CZASOPISMO TECHNICZNE

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM TECHNIKI I ARCHITEKTURY

Rok 60 Kraków, Listopad—Grudzień 1947 Nr. 11—12

Inż. TOKARSKI JERZY — Wiceprezes Tow.

HISTORIA POWSTANIA I DZIAŁALNOŚCI KRAKOWSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNICZNEGO W OKRESIE JEGO 70-LETNIEGO ISTNIENIA (1877—1947)

W dniu 15 maja 1947 r. upłynęło 70 lat od założenia Krakowskiego Towarzystwa Technicznego. W tym dniu bowiem odbyło się pierwsze Walne Zebranie Towarzystwa, od której to chwili rozpoczęło ono oficjalnie swą działalność.

Założycielami Towarzystwa byli w pierwszym rzędzie inicjator tej myśli Inż. Maciej Moraczewski przybyły do Krakowa w 1876 r. z Niemiec, obeznany już z organizacjami techników za granicą, Inż. Antoni Łuszczkiewicz, Inż. Walery Kołodziejski, bud. Maksymilian Nitsch i Inż. Teofil Zahałka, którzy wspólnie ułożyli statut i uzyskali jego zatwierdzenie.

Skład pierwszego wydziału był następujący: Dr. Paweł Brzeziński, dyr. Instytutu Technicznego — prezes, Inż. Jan Matula — wiceprezes, Arch. Henryk Lindquist — sekretarz, bud. Adam Bożnański — skarbnik i Inż. Józef Braunseis — bibliotekarz.

Oprócz wyżej wymienionych byli czynnymi przy założeniu Towarzystwa: prof. Julian Grabowski, Ludwik Zieleniewski, prof. Instytutu Techn. bud. Jacek Matusiński, arch. Karol Zaremba, bud. Szczęsny Zaremba, Inż. Władysław Kaczmarski, Inż. Henryk Niewiadomski, Inż. Aleksander Gebauer, Inż. Emil Serkowski, Inż. Konrad Voss — dyr. gazowni, bud. Wincenty Wężowicz, Inż. Antoni Małachowski, Inż. Seifert, geometra Wład. Żakliński, bud. Adolf Schön, Inż. Wład. Łatkiewicz, arch. Jan Wdowiszewski, bud. Stanisław Krzyżanowski, rzeźbiarz Edward Stehlik, bud. Bron. Müller, arch. Tomasz Pryliński, Józef Adamski, arch. Karol Knaus, prof. Instyt. Techn. Wład. Rozwadowski i kilku innych.

Wspomniałem powyższych w tym celu, aby przedstawić jak ściśle losy Towarzystwa łączą się z losami Techników Polskich i jak losy ich w pracach Towarzystwa odzwierciadlają się.

Przez cały ciąg okresu istnienia Towarzystwa należy podnieść cztery główne kierunki jego działalności:

1) zjednoczenie Techników Polskich,
2) wywalczenie dla nich odpowiedniego stanowiska w społeczeństwie,
3) podniesienie stanu techniki polskiej przez pogłębianie fachowych wiadomości Techników Polskich,
4) podniesienie stanu kraju przez dopilnowywanie realizacji jego potrzeb w dziedzinie techniki.

Wyniki zakreślonej działalności Towarzystwa były pozytywne. W niektórych kierunkach może dopiero po całym szeregu lat prac i starań — ale wskazywałoby to tym dobitniej na właściwy kierunek zakreślonych statutem celów jak i na znaczenie Towarzystwa.

Zjednoczenie Techników Polskich utrudnione wysoce zaborami, znalazło swój wyraz przede wszystkim w skupianiu ich w łonie Towarzystwa a następnie w utworzeniu pierwszej ogólnej organizacji Techników — Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych. Myśl utworzenia tego Związku wyszła właśnie z Krak. Towarzystwa Technicznego, które następnie brało bardzo czynny udział w pracach nad przekształceniem go w Naczelną Organizację Inżynierów i Naczelną Organizację Techników. Obecnie po drugiej wojnie światowej zakańczają czynniki rządowe tą organizację świata technicznego przez tworzenie Naczelnej Organizacji Technicznej.

Etapami tej pracy było jednoczenie Techników Polskich w poszczególnych ośrodkach i poszczególnych działów techniki oraz projekt Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Techników z oddziałami terytorialnymi, który jednak do realizacji nie dojrzał.

Drugi kierunek działalności Krak. Towarzystwa Technicznego wydał szybciej owoce, a to na terenie m. Krakowa. Już bowiem w początkowej zaraz działalności Towarzystwa na skutek jego starań następuje w Zarządzie miejskim reorganizacja działu technicznego przez utworze ie osobnego departamentu (później nazwanego wydziałem) z dyrektore n na czele. Wywalczono wspólnie z innymi organizacjami technicznymi głównie z Lwowskim Towarzystwem Politechnicznym, prawie równocześnie założonym z Krak. Towarzystwem, czynne i bierne prawo wyborcze dla egzaminowanych techników, współdziałano w akcji przyznania rektorowi Politechniki we Lwowie głosu wirylnego do Rady Państwa, wnoszono szereg petycji i memoriałów o traktowanie firm technicznych polskich i techników polskich na równi z innymi (niemieckimi) przy projektach, konkursach i oddawaniu robót, starano się o przyznanie tytułu inżyniera starszym kolegom technikom (absolwentom średn. szkół techniczn.), opracowano uwagi do projektu o tytule inżyniera i uprawnieniach inżynierów. Wszystkie powyższe prace Towarzystwa uwieńczone zostały pomyślnymi wynikami. Trzeci kierunek działalności Towarzystwa realizowany był na kilku odcinkach. Starano się przede wszystkim o postawienie szkolnictwa technicznego na należytym poziomie — o odpowiednią ilość i jakość uczelni technicznych. Należy tu wymienić akcję prowadzoną długie lata, uwieńczoną w końcu pomyślnym wynikiem po odzyskaniu niepodległości w r. 1918 — mianowicie o utworzenie Akademii Górniczej w Krakowie. Impuls do tego dało przemianowanie w r. 1876 Krak. Instytutu Technicznego na Wyższą Szkołę Przemysłową zaś w r. 1877 Lwowskiej Akademii Technicznej na Szkołę Politechniczną. Chodziło o niepozbawianie Krakowa wyższej uczelni technicznej, którą wprawdzie Instytut Techniczny nie był i którego na taką uczelnię mimo wieloletnich starań zamienić się nie udało — ale zawsze na bardzo wysokim poziomie, dorównywującym wyższym szkołom akademickim, był postawiony.

Rozwój warunków gospodarczych kraju oraz powstawanie licznych placówek przemysłowych, spowodował dalszą akcję Towarzystwa na tym odcinku mianowicie starania o utworzenie wydziału mechanicznego przy Akademii Górniczej w Krakowie, wzgl. osobnej Politechniki. I ta akcja w końcu przy wkładzie ogromu starań i pracy szeregu osób — przede ws ystkim obecnego Prorektora Wydziałów Politechnicznych Inż. Stella-Sawickiego, została po ostatniej wojnie pomyślnie załatwiona. Towarzystwo Techniczne przyczyniło się w dużym stopniu do powodzenia tej akcji udzielając swego budynku na prace organ zacyjne i rozpoczęcie wykładów. Wymienić w dalszym ciągu należy starania o kreowanie wydziału meljoracyjnego przy Wyższej Szkole Przemysłowej, który obecnie w formie osobnej szkoły wypełnia lukę w tym dziale średniego szkolnictwa zawodowego. Poza tym przez cały okres działalności Towarzystwa przewijają się w jego pracach starania o liczne szkoły fachowe i zawodowe niższego typu.

Towarzystwo stara się o urządzanie, względnie urządza samo lub przy współudziale zainteresowanych czynników kursa dokształcające z rozmaitych dziedzin techniki jak kurs bezpieczeństwa i higieny pracy. kurs obrony przeciwlotniczej ze specjalnym uwzględnieniem budownictwa i drugi ogólny.

Specjalną wagę kładło Towarzystwo na jeden z najwidoczniejszych przejawów jego dzialności — mianowicie na swe tygodniowe zebrania odczytowe. Przez odpowiedni dobór tematów odczytowych, tak treści ogólnej interesującej ogół członków jak i specjalnych dla poszczególnych ich grup fachowych i prowadzoną następnie dyskusję przyczyniło się Towarzystwo do pogłębienia i uzupełnienia wiadomości fachowych swych członków. Naogół prelekcje urządzane zasadniczo raz w tygodniu często zaś i dwa razy, stały zawsze na wysokim poziomie i cieszyły się dużą frekwencją. Uzupełnieniem ich były wycieczki do zakładów przemysłowych, na prowadzone roboty i budowy — urządzane w porze letniej, bardzo popularne wśród członków ze względu na moment zbliżenia i zawiązania węzła towarzyskiego. Mówiąc o tym momencie należy wspomnieć, że Towarzystwo dbało również o to życie towarzyskie, urządzając specjalne w tym celu zebrania a nawet zabawy — pomnąc, że poprzez zbliżenie towarzyskie jedna się nowych członków i sympatyków Tow. i przyczynia się do podniesienia jego znaczenia na danym terenie.

Towarzystwo Techniczne starało się równocześnie obok odczytów i wycieczek o pogłębienie wiadomości fachowych swych członków przez zapewnienie im jakiegoś czasopisma technicznego. Troska o zrealizowanie tego zagadnienia stale zaprząta obrady wydziałów i jest w rozmaity sposób rozwiązywana, zależnie od okoliczności i warunków. Naturalnie dążono zawsze do wydawania własnego organu, ale gdy często warunki finansowe na to nie pozwalały — wchodzono w kontakt z innymi stowarzyszeniami i bądźto wspólnie wydawano czasopismo bądź też dostarczano je członkom w formie zniżonej prenumeraty zbiorowej. Chronologicznie przedstawiając powyższe zabiegi podkreślić należy i na tym odcinku najściślejsze więzy z Tow. Politechnicznym we Lwowie, z którym wspólnie wydawano początkowo „Czasopismo Techniczne". Z kolei zdobyło się Tow. na własny odrębny organ: „Czasopismo Krak. Tow. Techn.", następnie wydawano wspólnie z Kolegami architektami w Krakowie „Architekta", wystarano się o zbiorową prenumeratę „Przeglądu Technicznego warszawskiego" i „Czasopisma Technicznego" lwowskiego, aż wreszcie po ostatniej wojnie podejmując wydawnictwo lwowskie, przerwane wskutek wypadków dziejowych, wydaje Tow. od roku 1945 „Czasopismo Techniczne", które również w tym roku obchodzi swój jubileusz, mianowicie 60-letni.

Ze względu na charakter naszego Towarzystwa

Redakcja Czasopisma stara się o odpowiedni dobór artykułów z rozmaitych dziedzin techniki, podaje sprawozdanie z innych czasopism, kronikę techniczną, kronikę Towarzystwa i recenzje z nadesłanych dzieł.

Towarzystwo Techniczne starając się o własny organ, dobrze rozumiało korzyści posiadania tegoż. Poza drugim bowiem widomym znakiem działalności Towarzystwa jest ten organ realną wartością świadczoną dla swych członków, ułatwia porozumienie z nimi i między nimi, dając im miejsce do fachowych dyskusji, ułatwia Tow. jego dalszą działalność dla podniesienia poziomu wiedzy technicznej przez urządzenie czytelni i bibljoteki. W drodze wymiany bowiem otrzymuje Tow. jak obecnie np. około 40 periodyków z rozmaitych dziedzin techniki, wyłożonych dla użytku członków w czytelni, zaś dla recenzji w Czasopiśmie nowe dzieła techniczne tak autorów polskich jak i zagranicznych, te ostatnie z wydziału prasowego Ambasady Brytyjskiej w Warszawie. Dzieła te przyczyniają się powoli do odtworzenia bibljoteki Tow. liczącej przed wojną około tysiąca pozycji a zniszczonej przez okupanta.

Przedstawione trzy odcinki działalności na polu podniesienia wiedzy technicznej zostały ostatnio silnie podkreślone jako jedyny właściwie cel działalności Towarzystwa, gdy po utworzeniu N. O. T. innymi sprawami ta Naczelna Organizacja się zajmuje.

Ostatni kierunek działalności Towarzystwa — to przyczynek jego do realizacji rozmaitych poczynań w dziedzinie techniki. Czy to na terenie miasta, powiatu czy nawet Kraju, Towarzystwo zabierając głos w odnośnych sprawach przez swe fachowe i objektywne stanowisko i wyrażane opinie, zdołało wyrobić sobie takie uznanie i powagę, że nie było zagadnienia technicznego, co do którego nie zasięganoby opinji Krak. Towarzystwa Technicznego. W całym szeregu spraw ponadto Towarzystwo występowało samorzutnie, co jeszcze w większym stopniu do podniesienia jego powagi i znaczenia przyczyniało się.

Choćby pokrótce wymieniając najważniejsze, należy podkreślić udział Towarzystwa w pracach nad następującymi zagadnieniami: wodociągu miejskiego w Krakowie (osobno w niniejszym numerze omówione przez Kol. Jaszczurowskiego), restauracji Wawelu, tramwaju miejskiego w Krakowie, siedziby dyrekcji kolei transwersalnej, reformy szkół średnich, stanowiska w społeczeństwie technika polskiego, budowy teatru miejskiego w Krakowie, sądu konkursowego pomnika Mickiewicza, upaństwowienie kolei półn., konserwacji zabytków, przedstawicielstwa techników w Radzie miejskiej Krakowa, przebudowy i odnowienia zabytków krakowskich, wznoszenia nowych budowli (budynek M. K. O. i inne), reformy ustawy budowlanej, podjazdu w ul. Lubicz, wydawania rządowego dziennika robót publ., sprawy dróg wodnych i zabezpieczenia Krakowa przed powodzią, państwowego Biura hydrograficznego, planu regulacji miasta Krakowa, regulacji miast i miasteczek małopolskich, konkursów na budynki rządowe, przyłączenia gmin podmiejskich do Krakowa, uporządkowanie Rynku gł., placu Szczepańskiego i budowy hali targowej, budowy Muzeum Przemysłowego, zakupna gruntów pofortyfikacyjnych przez Gminę m. Krakowa, utworzenia Akademii Nauk Technicznych, budowy nowego gmachu dla Szkoły Przemysłowej w Krakowie, formatu cegły, budowy wodociągów prowincjonalnych, przebudowy pałacu Wielopolskich w Krakowie, czytelni pism fachowych przy Muzeum Przem. w Krakowie, kamieniołomów w Zakopanem, budowy 3-go mostu na Wiśle w Krakowie, utworzenie Ministerstwa Robót Publicznych, budowy nowego dworca osobowego w Krakowie, rozplanowanie wylotu ulicy Wolskiej (Piłsudskiego), odbudowy Kraju po 1-ej wojnie światowej, szereg spraw związanych z budową odrodzonego Państwa Polskiego, organizacja i rejestracja sił technicznych dla celów wojskowych, ustawy wodnej, ustawy o Izbach Inżynierskich i uprawnieniach inżynierów, rozbudowy i naprawy dróg, uszczupleniu dyrekcji kolejowej w Krakowie, przenoszenia władz z Krakowa, motoryzacji kraju, rozbudowy przemysłu i okręgu przemysłowego i wiele, wiele innych podobnych co do znaczenia i wielkości i wiele drobniejszych, których nie sposób wyliczyć ze względu na brak miejsca i zasięg artykułu.

Z powyższego przeglądu chciałem dać do poznania, jak poważny był wkład pracy Krak. Towarzystwa Technicznego w rozmaitych zagadnieniach wyłaniających się w okresie jego 70-letniej działalności.

Poza tymi bezpośrednimi pracami Towarzystwa, brało ono udział nad opracowywaniem bieżących zagadnień technicznych i gospodarczych pośrednio przez udział w licznych radach, komisjach i posiedzeniach przez swych delegatów np. w miejskiej Komisji gazowej, wodociągowej i teatru m., w Radzie miejskiej, w Radzie artystycznej m. Krakowa, w wojewódzkiej radzie wodnej i elektrycznej, w państw. Radzie Kolejowej, w Radzie ministerialnej dróg wodnych i innych.

Towarzystwo współpracowało w swych poczynaniach z bratnimi organizacjami jak już wyżej wspomnianym lwowskim Towarzystwem Politechnicznym, a na terenie Krakowa z „Sarpem", Pol. Związkiem Inżynierów Budowlanych, Związkiem Inżynierów Chemików, Stow. Elektryków Polskich, Związkiem Zawod. Prac. Technicznych, zaś ostatnio z Oddz. Krak. „Simpu". Również z uczelniami krakowskimi: Akademią Górniczą i Wydziałami Politechnicznymi zaznacza się b. silna współpraca i pomoc w spełnianiu celów Towarzystwa. Izba Handl.-Przemysłowa i przed wojną Związek Przemysłowców należały również do tych instytucyj, które o Towarzystwie zawsze pamiętały i szły mu w jego pracach na rękę.

Osobno należy tutaj podkreślić współpracę z Instytutem Rzemieślniczo-Przemysłowym w Krakowie, dzięki którego stanowisku Towarzystwo mogło zrealizować swój program prac odnośnie wydawnictwa własnego organu.

Historia Towarzystwa nie byłaby kompletną, gdybym nie wspomniał o zabiegach jego nad sprawą odpowiedniego pomieszczenia dla swego biura, czytelni i sali zebrań. Towarzystwo korzysta po-

częściowo z uprzejmości Uniwersytetu Jagiellońskiego, który mu użyczał sali na zebrania, podobnie jak i Instytut Techniczny wzgl. po jego zniesieniu Szkoła przemysłowa. Ponadto „tuła" się Towarzystwo po lokalach wynajmowanych jak np. w Rynku Gł. pod 46, 47 i 27-ym, w Hotelu pod różą, na Szewskiej 12 i Grodzkiej 32. Lokale te nie były ani wygodne ani odpowiednie dla celów Tow., a w wysokim stopniu nie tylko nie pozwalały rozwinąć należytej jego działalności, ale ją hamowały i utrudniały. Dlatego już w r. 1888 rzucono myśl budowy własnego domu. Dzięki życzliwości wiceprezyd. m. Inż. Sarego otrzymało Tow. grunt od gminy pod budowę domu, koledzy i członkowie pospieszyli z pomocą w materiałach i gotówce, plany opracował Inż. Arch. Odrzywolski Sławomir i dzięki tym wspólnym wysiłkom i życzliwości osób i instytucyj, gmach Tow. został oddany do użytku w r. 1907, obchodząc w tym roku wraz z 70-letnim jubileuszem Tow. swój 40-letni jubileusz istnienia.

Nadzieje pokładane w posiadaniu własnego lokalu ziściły się. Potoczyło się życie Towarzystwa innym, silniejszym tętnem, a dzięki walorom ówczesnego prezesa Tow. Inż. Steingrabera słusznie czasy ówczesne zwą kroniki Tow. „złotą erą Towarzystwa!".

W Towarzystwie Technicznym jak w innych podobnych organizacjach, tętno pracy pulsowało raz silniej raz słabiej zależnie od warunków, walorów prezesów i zapału do pracy członków zarządu. Poza powyżej wspomnianą „złotą erą" (1901—1908) zaznacza się takie silne natężenie w pracach Tow. w jego początkach do 1882 r., następnie za prezesury Inż. Sarego w r. 1889, Inż. Rottera w r. 1892, Inż. Kaczmarskiego w r. 1894, Inż. Szukiewicza w r. 1900, Inż. Regieca i inż. Rollego w r. 1908, za których specjalnie ożywiło się życie towarzyskie, za Inż. Horoszkiewicza w r. 1910, za Inż. Nitscha i Inż. Seiferta w r. 1920, Inż. Seiferta i Inż. Krawczyka w r. 1924 i wreszcie za Inż. Stella-Sawickiego i Inż. Bielskiego w r. 1935.

Okresy wojenne przynoszą upadek działalności i życia w Towarzystwie. Podczas gdy jednak wojna światowa osłabiła tylko to życie i Towarzystwo nie poniosło z jej powodu żadnych szkód — to ostatnia wojna kompletnie zahamowała to życie i zniszczyła majątek ruchomy Towarzystwa wraz z aktami i bibljoteką, tak, że niewiele tylko rzeczy jak maszyna do pisania, kartoteka członków i trochę książek oraz parę sztuk mebli zdołali pracownicy i członkowie Tow. uratować. Tow. zostało wysiedlone z własnego domu, a w końcu jak i wszystkie inne stowarzyszenia rozwiązane. Ale natychmiast po oswobodzeniu Krakowa objęliśmy dom i rozpoczęliśmy pracę na nowo, uzupełniając w szybkim tempie to, co do jego normalnego funkcjonowania było potrzebnem.

Krakowskie Towarzystwo Techniczne jednoczyło od samego początku w swym łonie inżynierów i techników rozmaitych specjalności, których przedstawiciele potworzyli szereg kół fachowych jak chemików, mechaników, mierników, górników, architektów, inż. budowlanych, elektryków, inż. kolejowych i naukowej organizacji pracy. Niektóre z tych grup zgłaszały gremialne przystąpienia do Towarzystwa dzięki zabiegom poszczególnych członków Tow., którym na rozwoju Tow. i jego znaczeniu zależało.

Ilościowo należało do Towarzystwa w pierwszych latach jego działalności od około 50—100 członków, maximum w okresie przed wojną doszło do około 600 członków, obecnie liczy Tow. 420 członków.

Wobec zmienionych warunków organizacji i świata technicznego, Towarzystwo w oparciu o Akademję Górniczą i Wydziały Politechniczne podkreśla obecnie dobitnie swój charakter naukowy i na tej platformie ma nadzieję, że ułoży swój stosunek do Naczelnej Organizacji Technicznej i jej oddziału Wojewódzkiego w Krakowie.

Inż. TADEUSZ JASZCZUROWSKI

UDZIAŁ KRAKOWSKIEGO TOW. TECHNICZNEGO W SPRAWIE BUDOWY WODOCIĄGU MIEJSKIEGO W KRAKOWIE

Krakowskie Towarzystwo Techniczne założone zostało w roku 1877-ym, to jest w okresie, w którym wystąpił w Krakowie bardzo dotkliwy w skutkach brak wody na wszystkie potrzeby: domowe, przemysłowe i publiczne. Groźby pożarów, chorób i epidemji i wynikające stąd straty dla miasta i mieszkańców oraz zbyt wielkiej ich śmiertelności spowodowały, że sprawa zaopatrzenia miasta w zdrową wodę, w dostatecznej ilości stała się sprawą niecierpiącą zwłoki.

Ludność Krakowa zaopatrywała się w wodę na wszystkie swe potrzeby przeważnie ze studzien gruntowych. Od czasów Władysława Łokietka wykonana Młynówka Rudawy, opływająca miasto od północy i wschodu stała się źródłem zaopatrzenia mieszkańców Krakowa w wodę bezpośrednio, a z czasem i za pośrednictwem urządzeń wodociągowych, a mianowicie przewodów, wykonanych częścią z blach miedzianych i rur drewnianych, łączonych ze sobą krótkimi żelaznemi rurami wbijanymi w czoła rur drewnianych. Woda z Młynówki służyła do zaspokojenia potrzeb gospodarstwa domowego, przemysłu (browary) i innych. Istnienie tego wodociągu spowodowało potrzebę

odprowadzania wód zużytych kanałami, które prowadzono pod realnościami. Wodociąg z Młynówki istniał do połowy XVII w., a zniszczony został podczas najazdu szwedzkiego. Kraków, gdy przestał być stolicą, zaczął upadać tak, że ludność zmniejszyła się do 16.000 głów. Brak wodociągu zmusił mieszkańców ponownie do zaopatrywania się we wodę ze studzien gruntowych, a małe ilości zużytej wody nie mogły należycie usuwać nieczystości miejskich. Nieszczelne kanały powodowały zanieczyszczanie terenu, a po pożarach miasta większe ilości nieusuwanego gruzu i popiołu podwyższały jego teren. Warstwa ta np. na Rynku Gł. osiągnęła grubość 3·0 m, a próg bramy Grodzkiej w dawnych murach obronnych leży w pobliżu kościoła św. Idziego w głębokości 2·20 m pod dzisiejszym brukiem. W tych głębokościach odkopywano rulony boratynków zawiniętych w szczątki papieru, zagubionych w błocie ulicznym.

Tradycja posiadania urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych w Krakowie w czasach, gdy nie wiele miast zachodniej Europy takie urządzenia posiadały przetrwała aż do końca XIX w.

Za czasów Rzeczypospolitej Krakowskiej (Wolnego Miasta Krakowa) w r. 1820 projektuje budowniczy Ludwik Radwański sprowadzenie do Krakowa wody ze źródeł w Olszanicy i Chełmie, następnie prof. Markiewicz proponuje pobór wody z Młynówki od Górnych Młynów w r. 1825, a Męciszewski pobór wody z Wisły, dla zaspokojenia potrzeb ludności miasta w roku 1841. Sprawa wodociągowa na pewien czas przycichła. Po zajęciu przez Austrię okręgu Wolnego Miasta Krakowa w r. 1846 (16. XI.), włączeniu go do b. Galicji i nadaniu prowizorycznej organizacji gminie miasta Krakowa, władać miało miastem grono obywateli wybranych w liczbie 60-ciu z ludności polskiej i żydowskiej. Gdy z czasem ilość członków tego grona zmniejszała się — zaborca nie dopuścił do wyborów uzupełniających, lecz mianował obywateli na miejsca opróżnione. Temu jednak sprzeciwili się z czasem nawet sami nominanci nieprzyjmując mandatów, skutkiem czego w r. 1853 zniesiono instytucję Rady miasta, a zarząd gminy powierzono Magistratowi narzuconemu przez władze państwowe. Nadchodzi wreszcie 16. VII. 1848 r., dzień nadania konstytucji w krajach Monarchii Austriackiej i tym samym w b. Galicji; mimo to Wydział miejski istnieje nadal, jako organ rządowy. Wreszcie w r. 1850 miasto płonie. Wydział miejski poleca wykonanie studzien na placach publicznych i w każdej realności, aby zaś otrzymać wodę możliwie czystą mają właściciele swe studnie stale odpompowywać.*) W sprawie wodociągów podaje Boguński Stanisław projekt budowy tegoż: I. z Rudawy do Górnych Młynów w r. 1850 i II. z Woli Justowskiej w r. 1851, Kołodziejski Walery: I. z Zielonek, II. z Panieńskich Skał ze zbiornika sztucznego, III. z Rudawy, IV. z Wisły w r. 1863. W tymże roku zdekompletowany Wydział miejski uznaje potrzebę reprezentacji gminnej wyłonionej z wyborów, co wskutek ciągłych starań doprowadza 20. IV. 1860 r. do nadania przez Sejm statutu dla m. Krakowa. Z trzech kół: inteligencji, właścicieli domów, oraz z przemysłu i handlu (po 20 osób) wybrano przyszłych Radców, w tym późniejszych prezydentów miasta jak: Dr. Józef Dietl (1860—1874), Zyblikiewicz (1874—1881), Weigel Dr. Ferdynand (1881—1884), Szlachtowski Dr. Feliks (1884—1893), Friedlein Józef (1893—1904) i wielu innych zasłużonych dla miasta ludzi jak: Chrzanowski Leon, Helcel Ludwik, Hoszowski Konstanty, Kirchmajer Wincenty, Lange Karol, Majer Dr. Józef, Michalski Dr. Maksymiljan, Moszyński Piotr, Muczkowski Stefan, Oettinger Dr. Józef, Potocki Adam, Rydzowski Dr. Andrzej, Warschauer Dr. Jonatan, Żebrowski Dr. Teofil i w. in.

Pierwszy prezydent miasta Dr. Józef Dietl przybył do Krakowa w r. 1851, był prof. U. J., Rektorem, posłem na Sejm i do Rady państwa, a od 1860 r. prezydentem m. Krakowa. Poznał on Kraków, braki jego i potrzeby mieszkańców, zły stan budowlany, sanitarny i oświatowy miasta liczącego 50.000 mieszkańców. Już w roku 1866 na posiedzeniu Rady miasta przedstawił prezydent Dr. Józef Dietl warunki istniejące w mieście i między innymi potrzebami miejskiemi wymienił potrzebę budowy wodociągów w całym mieście i kanałów głównie w dzielnicy Kazimierz. Za jego prezydentury oraz jego następców wzrosła ilość proponowanych przez techników różnych projektów wodociągów. Proponowane urządzenia zużytkować miały różne rodzaje wód i tak proponują urządzenia wodociągu: Dr. Gabrielli Antoni o wodzie z Wisły w 1870 r., Dyr. Budownictwa miejskiego Paweł Barański o wodzie z Wisły w r. 1870, St. George o wodzie z Wisły w r. 1872, Inż. Walery Kołodziejski: I. ze źródeł Nielepic i Rudawy; II. ze strumyka Olszanicy; III. ze Sułoszówki; IV. z Białego Prądnika; V. z Rudawy obok Górnych Młynów; VI. taki sam mniejszy; VII, VIII. i IX. z Wisły w roku 1872, Dr. Antoni Gabrielli proponuje budowę wodociągu z Wisły w r. 1873; Karol Junker: I. z wodą wgłębną z Przegorzał, II-gi z wodą źródlaną z Czatkowic, Czerny, Dubia w r. 1874, Ludwik Lesiński z Wisły w r. 1878, Dr. Bolesław Lutostański I. z Wisły, II. z Sanki, III-ci o wodzie wgłębnej z doliny Wisły, IV-ty z Baczyna, Zalasu i Sanki, V-ty z Cholerzyna i Budzynia, VI-ty z wodą wgłębną doliny Białuchy, Dłubni i Wisły, VII-my z wodą wgłębną z Bielan i Śmierdzącej (Kryspinów), VIII-my ze źródeł w Czatkowicach, Czerny i Paczółtowic i IX. ze źródeł w Regulicach, wszystkie w r. 1879. Wielka ilość pomysłów technicznych proponowanych Zarządowi miasta i poruszanych w dziennikach wskazywała na znaczną ilość sił technicznych przebywających w Krakowie, którzy uznali za potrzebne zorganizowanie się i założyli Krakowskie Towarzystwo Techniczne w roku 1877-ym, w którym oprócz innych spraw i tematów rozważano rozwój sprawy zaopatrzenia Krakowa w wodę wodociągową. W tej ważnej dla mieszkańców i miasta sprawie wystąpił inż. Walery Kołodziejski na posiedzeniu Krakowskiego Towarzystwa Technicz-

*) Zarządzenie błędne, gdyż z zanieczyszczonego terenu woda ługowała stale składniki niepożądane w wodzie na użytek domowy.

nego w 1879 r. z projektem wodociągu z doliny Ojcowa (rzeki Sułoszówki), ewentualnie jako alternatywę przedłożył projekt oparty na wodzie wgłębnej doliny Białuchy w Prądniku Czerwonym. W dyskusji zabierali głos: Dr. Lutostański, prof. Grabowski i Dr. Brzeziński.

W roku następnym 1880-ym na posiedzeniu Krakowskiego Towarzystwa Technicznego oświadcza się inż. Kołodziejski za wodociągiem dla Krakowa opartym na wodzie gruntowej (tak wówczas zwano wodę wgłębną). Po dyskusji wybrano dla tej sprawy Komisję Wodociągową w łonie Krak. Tow. Techn. składającą się z nast. osób: Kołodziejski, Zieleniewski, Zaremba, Bortnik i Serkowski. W r. 1881 rozważano w Towarzystwie Technicznem sprawę wodociągów dla miasta Krakowa, poruszoną przez Pp. Lutostańskiego i Moraczewskiego (późniejszego Dyrektora Departamentu Technicznego w Namiestnictwie we Lwowie), a w roku następnym 1882-im pod wpływem akcji Towarzystwa Technicznego, sprawa wodociągowa bierze nowy kierunek, gdyż postanowiono zbadanie wód wgłębnych w okolicy Krakowa. W roku 1883-cim P. L. Kurkiewicz wygłasza w Krak. Tow. Techn. odczyt „O filtrowaniu wody rzecznej", co powoduje dyskusję w sprawie wodociągowej w Krakowie. W tym samym roku inż. Władysław Kluger zainteresował się wodociągiem z Regulic zasilanym wodą ze źródeł w tej gminie. W roku 1884 wydaje budowniczy Adolf Opid broszurę (8^0 str. 13) pod tytułem: „Tatrzański wodociąg dla miasta Krakowa",*) a następnie w listopadzie tego roku wygłasza w Krak. Tow. Techn. odczyt pod tym samym tytułem, ogłoszony w roku następnym w Organie Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie i Tow. Technicznego w Krakowie. Sprawa wodociągu dla Krakowa jest stale poruszaną w Krak. Tow. Techn., i tak w r. 1886-ym inż. Tuszyński wygłasza odczyt na temat: „Wody wgłębne", a Brochowski na temat „Studnie artezyjskie", poczym następuje dyskusja o wodociągach, z krytyką dotychczasowych prac, w rezultacie z zaleceniem do Miejskiej Komisji Wodociągowej badania wód wgłębnych. W roku następnym 1887-ym Krak. Tow. Techn. opracowuje ankietę w sprawie wodociągu dla miasta Krakowa i zaleca uzupełnienie składu Miejskiej Komisji Wodociągowej delegatami Towarzystwa, uzyskując w tejże jedno miejsce i delegując do niej prof. Tytusa Bortnika. Na zebraniach Towarzystwa poruszają sprawę wodociągową P.P. Szczepaniak i Kołodziejski.

Po opracowaniu przez rzeczoznawców: geologów, chemików i bakteriologów wyników badań terenu i wody z Regulic, przedkłada inż. Świerzyński M. Komisji Wodociągowej projekt wodociągu z Regulic, wykonany przez Urząd Budownictwa miejskiego w r. 1887-ym, a w Krak. Tow. Techn. prof. Bortnik jako delegat Towarzystwa do Miejskiej Komisji Wodociągowej w odczycie „O wodociągach" w r. 1888 przedstawia wątpliwości dotyczące projektu tego wodociągu, zaznacza jego wysoki koszt 2·5 miliona złr. w. a. i niedostateczną ilość wody bo 6000 m^3 w dobie, a równocześnie zaleca poszukiwanie wód wgłębnych.

Mimo stałego stanowiska Towarzystwa Technicznego uchwala Rada miasta w r. 1889-ym budowę wodociągu z Regulic, co spowodowało inż. T. Bortnika do złożenia mandatu delegata Towarzystwa Technicznego do Komisji Wodociągowej Miejskiej, któręto rezygnację Tow. Techn. przyjęło, nie wysyłając nowego delegata ze względu na sprzeczność poglądów Tow. i Komisji w sprawie projektu wodociągu regulickiego.

W roku 1890 przedkłada firma Rumpel et Niklas (inż. Teplitz) projekt „einer Hochquellenwasserleitung aus dem Gebiete von Regulice", oraz inż. Edward Uderski projekt wodociągu regulickiego dla Stoł. Król. miasta Krakowa.

Sprawa wodociągowa nie rozwija się i nie postępuje naprzód z powodu braku i niedostatecznych badań wód wgłębnych w okolicy Krakowa i niedostatecznej wydajności źródeł w Regulicach, co zmuszało projektantów do zmniejszenia normy zużycia wody na cele domowe, przemysłowe i publiczne — aby nie została przekroczona wydajność źródeł.*)

Bliższ go oświetlenia wymaga sprawa zapatrywań na kwestję wodociągową Miejskiej Komisji Wodociągowej i Krak. Tow. Technicznego. Wszystkie propozycje dostarczania mieszkańcom Krakowa potrzebnej wody, obejmowały następujące jej rodzaje jak wody: 1) opadowej, ze strumieni, rzek i jezior, 2) wody wgłębnej i 3) źródlanej tj. wody wgłębnej wydostającej się na powierzchnię terenu jako źródła i wody artezyjskie. Ponieważ chodził przede wszystkim o ilość i jakość oraz zmienność w ilości i jakości, dla tego badanie tych rodzajów wody przedstawia różne trudności. Wody powierzchniowe i źródlane są łatwiejsze do zbadania, zaś wody wgłębne trudniejsze, gdyż niewidoczną jest warstwa wodonośna, nieznane są jej rozmiary i rodzaj, a przez pobór wody na cele wodociągowe następuje zmiana warunków przepływu wody. Bezsprzecznie najlepsze wrażenie wywołują źródła o znaczniejszej wydajności i to tak dalece, że na ilość i jakość tej wody mniej się zwraca uwagi. O takich wodach mówi się „znakomita woda do picia". Tak też było w sprawie wodociągowej krakowskiej. Widok rzek i strumieni podczas powodzi mętnych, zrażał do jej użycia. Wody wgłębne są niedostrzegalne, więc nieznane. Bezpośrednie zużycie wody przez ludność osiąga zaledwie 1 %, zaś 99% zapotrzebowania na wszystkie inne cele jak gospodarcze, przemysłowe i publiczne wymaga też pewnej jakości wody, ale przede wszystkim takiej jej ilości by nie tylko starczyło na pokrycie całego przypuszczalnego zapotrzebowania, ale by jej stale było więcej w zapasie na

*) Koszt tego wodociągu o wydajności 1 m^3 w sekundzie, przeliczony przez Zarząd Wodociągu wymagałby wydatku 50 do 80 milj. kor., a zasadniczo był niewykonalny z tego powodu, że Tatry nie nadają się do budowy zbiorników wody.

*) Woda musiałaby być bardzo droga z powodu znacznych kosztów budowy wodociągu i musiałoby być ograniczone jej zużycie — co sprzeczne jest z celami wodociągu.

wypadki nieprzewidziane np. w dnie upalne, na gaszenie pożarów itp.

Towarzystwo Techniczne biorąc pod uwagę ten punkt zapatrywania, oraz fakt, że miasto Kraków i sąsiednie gminy rosły w czasie rozwoju sprawy wodociągowej osiągając ilość ludności 50.000 głów, że nic nie stało na przeszkodzie dalszemu wzrostowi jego ludności, że w petycjach swych przedkładało potrzebę zbadania terenów o wodzie wgłębnej w przypuszczeniu, że można odkryć je w bliskiej okolicy Krakowa o wodzie zdrowej, ale o ilości znacznie przekraczającej wydajność źródeł w Regulicach, ilości nie zmuszającej do zmniejszania norm dziennych zużycia celem dostosowania się do wydajności ujęcia, sprzeciwiało się budowie wodociągu, któryby po roku czy dwóch latach ruchu nie mógł pokryć zapotrzebowania na wszystkie potrzeby mieszkańców i miasta, a który miałby kosztować 2·5 mil. złr. w. a.

W tym stanie sprawy wygłasza inż. Kołodziejski w Krakowskim Towarzystwie Technicznem odczyt w r. 1891-ym pod tytułem: „Dlaczego Kraków nie ma dotychczas wodociągu", dowodząc przy tej sposobności, że sprawa nie ruszy naprzód, dopóki nie wezmą jej w ręce technicy, zaś na wezwanie prezydenta Dr. Feliksa Szlachtowskiego deleguje Towarzystwo do Komisji Wodociągowej Miejskiej inż. Romana Ingardena.

W r. 1892-im wchodzi do Komisji Wodociągowej Miejskiej prezes Tow. Technicznego inż. Jan Rotter dyrektor Szkoły Przemysłowej, członek Rady Państwa i Rady miasta. Po odczycie inż. Romana Ingardena uchwaliło Krak. Tow. Techniczne petycję do Rady Miasta z zaleceniem badania wód wgłębnych w dolinie Wisły i Sanki. „O Wodociągu Regulickim — Studium porównawcze" napisał inż. Roman Ingarden jako delegat Tow. Technicznego do Komisji Wodociągowej Miejskiej w r. 1892. W broszurze tej (4^0 str. 98) zaznacza inż. R. Ingarden, że referent Komisji Wodociągowej uważał budowę wodociągu za sprawę właściwie lekarską, a nie techniczną i stąd wynikły pewne zastrzeżenia co do sposobów przeprowadzania badań.

Opinia P. Salbacha, wezwanego przez miasto rzeczoznawcy zagranicznego, dla projektu wodociągu regulickiego była zgodna z zapatrywaniami techników krajowych, że w projekcie tym nie uwzględniono żądań wojskowości urządzenia wodociągu w obrębie twierdzy, przez co studnie gruntowe w mieście musiałyby być nadal utrzymywane w stanie do użytku gotowym. Rzeczoznawca powyższy stwierdza ponadto, że:

1) źródła, jakkolwiek wydają wodę dobrą, dają jej jednak jak na potrzeby takiego miasta jak Kraków, za mało;

2) że źródła co do swej stałości są niedokładnie zbadane, że mogą z biegiem czasu zanikać i wydawać jeszcze mniej wody;

3) że budowa tak kosztownego ze względu na długość trasy przewodów wodociągu przechodzi siły finansowe miasta;

4) że wodociąg ten w razie wojny może być przez nieprzyjaciela oblęgającego miasto odciętym i spowodować bardzo smutne następstwa dla miasta, kraju i państwa;

5) że można zbudować wodociąg zasilany wodą wgłębną równie dobrą jak regulicka, któryby nie przedstawiał stron tak ujemnych i niebezpiecznych.

Postanowiona w zasadzie przez Radę miasta budowa wodociągu z Regulic wynikła z poparcia projektu przez lekarzy i geologów. Jak podówczas badano wody wgłębne wyjaśnia list inż. Macieja Moraczewskiego (z dn. 27. VI. 1889 roku), w którym oświadcza między innemi: „Rozpocząłem był wprawdzie w porozumieniu z ówczesnym prezydentem miasta Krakowa Dr. Zyblikiewiczem wiercenia próbne w dolinie nadwiślańskiej w okolicy Przegorzał, około cegielni na Zwierzyńcu, lecz po jedno czy dwudniowej pracy oświadczył mi Dr. Zyblikiewicz, że lekarze wchodzący w skład Komisji Wodociągowej, dowiedziawszy się o wierceniu próbnem oświadczyli mu, że tam wcale wody dobrej być nie może, że próba jest niepotrzebną, bo woda gruntowa w okolicy Krakowa musi być złą i zanieczyszczoną gipsem. Wobec tego zaprzestałem wszelkich robót..."

Jak zaś sprawa budowy wodociągu była naglącą wskazuje pismo inż. Kołodziejskiego do Prezydium Magistratu z 5. I. 1892 r., w którem powołuje się na swego czasu przedłożony projekt wodociągu (w r. 1872) o wydajności źródeł w Nielepicach i Rudawie w ilości 695 m^3 w dobie, że należałoby teraz wykonać tenże kosztem 150.000 złr. w. a. wobec grożącej miastu epidemji (cholery).

Pod wpływem coraz częściej powtarzanych żądań Rada miasta w dniu 30. VI. 1893 r. postanowiła przystąpić do badania terenów wodonośnych w Bielanach i Budzyniu, a nowo ustanowiona Komisja Wodociągowa wybiera 6. lutego 1894 r. Podkomisję Wodociągową złożoną z prof. O. Bujwida, st. inż. Chrząszczewskiego, prof. Dr. Domańskiego, st. inż. R. Ingardena i dyr. Jana Rottera jako referenta. Nieco później wszedł do Podkomisji Dr. Browicz, a Podkomisja w dniu 10-go kwietnia 1894 r. uchwala zaprosić do swego grona jako rzeczoznawcę prof. Dr. St. Zaręcznego, delegata Komisji fizjograficznej Akademii Umiejętności — do Komisji Wodociągowej, a pieczę nad robotami powierzyła inż. R. Ingardenowi i dyr. J. Rotterowi. Badania rozpoczęto w dolinie Białuchy.

O wynikach przeprowadzonych badań zdaje sprawozdanie inż. R. Ingarden na posiedzeniu Krak. Tow. Technicznego w r. 1895, zalecając dobrą wodę z Budzynia i Bielan, na której mógłby być oparty wodociąg pompowo-grawitacyjny. W następnym roku 1896-ym oglądają członkowie Krak. Tow. Techn. roboty przy badaniach terenu w Bielanach.

Na przeprowadzonych badaniach opierając się opracował inż. R. Ingarden w r. 1897 projekt wodociągu opartego o wody wgłębne w Bielanach i wody wgłębne w Budzyniu i ten generalny projekt przedstawił na posiedzeniu w Tow. Techn., objaśniając układ geologiczny warstw wodonośnych powyższych terenów i wyniki badań pod względem ilości i jakości wody.

Wszystkie dotychczasowe projekty w miarę

upływu czasu i wzrostu ilości mieszkańców musiały do zmienionych warunków dostosowywać się. Pierwsze obejmowały zaopatrzenie miasta w wodę tylko przy pomocy wodotrysku, ostateczne uwzględniają zaopatrzenie we wodę mieszkańców poszczególnych realności na potrzeby domowe, przewidują potrzeby przemysłu i celów publicznych miasta o 50.000 ludności.

Sprawa poszukiwań wody wgłębnej i badania jej jakości i ilości interesowała nietylko Zarząd Miasta ale i Krak. Tow. Techn., Towarzystwo Lekarskie w Krakowie, w tem inżynierów, geologów, górników, lekarzy bakteriologów, prasę codzienną, mężów nauki, członków Akademii Umiejętności, profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego, których prace i opinie podane rzeczoznawcom: prof. Dr. Luegerowi O. ze Stuttgartu, Dr. Maksowi Gruberowi prof. Uniw. w Wiedniu, inż. G. Oestenowi z Berlina, po rozpatrzeniu przez nich badań i obliczeń spowodowały wydanie orzeczenia że:

1) dla Krakowa przyjąć należy do projektu wodociągu dzienną ilość potrzebnej wody na 12.000 m^3,
2) do tego celu nadaje się teren bielański i budzyńsko-cholerzyński,
3) na ten cel wystarczy prawdopodobnie sam teren bielański, tym bardziej oba tereny razem, bielański i budzyński,
4) jest wskazanem przystąpić do opracowania projektu szczegółowego wodociągu opartego o wody wgłębne bielańskie,
5) o ile teren bielański wystarczy, koszt wodociągu osiągnie kwotę 1·25 mil. złr. w. a.,
6) o ile zajdzie potrzeba użycia wody budzyńskiej, to może być całkowicie uwolniona od żelaza,
7) odżelezienie nie wpłynie ujemnie na skład wody,
8) koszt urządzenia odżeleziacza na 100 m^3 wody w godzinie osiągnie 12.000 złr. w. austr., wreszcie
9) z uwagi na to, że długie i stałe obserwacje dla przyszłego rozszerzenia wodociągu szczególnie są korzystne, dlatego radzimy ich prowadzenie.

Na podstawie tych orzeczeń postanowiła Podkomisja a następnie Komisja Wodociągowa, wreszcie Rada Miasta nie budować wodociągu opartego na wodzie źródlanej z Regulic, natomiast uchwaliła wykonanie szczegółowego projektu i kosztorysu wodociągu opartego na wodach wgłębnych terenów wodonośnych w Bielanach i w terenie budzyńsko-cholerzyńskim. W tym celu zostało zorganizowane Miejskie Biuro Wodociągowe pod kierunkiem inż. Romana Ingardena, a po ich opracowaniu Rada Miasta uchwaliła budowę urządzeń wodociągowych kosztem 1·5 mil. złr. w. a., t. j. urządzenia opartego na wodzie wgłębnej terenu wodonośnego w Bielanach.

Ponowna wycieczka Krakowskiego Towarzystwa Technicznego na teren bielański odbyła się w roku 1898, a następnie członkowie tegoż Towarzystwa w roku 1899-ym zwiedzali już roboty wodociągowe w Bielanach.

Otwarcie wodociągu nastąpiło w dniu 15 lutego 1901 roku.

Wodociąg Krakowski projektowany dla Krakowa o niespełna 7·0 km^2 obszaru i 91.000 mieszkańców, wykonany został dla Krakowa i Czarnej Wsi zwarto zabudowanych oraz dla gmin mniej zwarto zbudowanych: Półwsia Zwierzynieckiego i luźnie zabudowanych: Nowej Wsi Narodowej, Krowodrzy, Prądnika Czerwonego, Olszy, Grzegórzek i Piasków obejmujących razem powierzchnię 20·51 km^2, o ilości mieszkańców z wojskiem 112.480 osób, realności 2993 obejmujących 5758 budynków, o 52.125 m^2 ulic brukowanych i 110.450 m^2 dróg szutrowanych.

Koszta budowy wodociągu objęły wydatki na badanie różnych poprzednich projektów wodociągowych w kwocie 220.000 kor., następnie na roboty narzucone przez wojskowość wynikłe z położenia urządzeń wodociągowych w pobliżu granicy twierdzy, skutkiem czego na wypadek działań wojennych mogłyby być narażone na działanie ognia artyleryjskiego. Roboty celem odn. zabezpieczenia urządzeń wodociągowych żądane przez wojskowość wymagały znacznego usunięcia ziemi i skał jurajskich (25.000 m^3) dla utworzenia zasłoniętego terenu pod budowę Zakładu pomp, wykonania budynku hali maszyn i kotłowni o narzuconej przez wojskowość konstrukcji, podniosły koszta budowy o kilka setek tysięcy koron.

Wykonany wodociąg dostarczył w 1901 roku średnio dziennie 2794 m^3, w roku 1902 — 4652 m^3 wody. Ilość ta wzrastała szybko tak, że w r. 1921 osiągnęła średnią dzienną 15,929 m^3, przy czym w czasach największego zużycia występował brak wody. Dla zwiększenia wydajności terenu został on zużyty na teren produkujący wodę wgłębną, przez wykonanie osadników i filtrów o dnie na warstwie wodonośnej, zasilanych wodą wiślaną. Wydajność terenu przez to urządzenie wzrosła i obecnie średnia dzienna ilość pompowanej wody dla mieszkańców Wielkiego Krakowa osiąga ilość 40.000 m^3 przy ilości pompowanej wody na filtry w dobie w ilości 60.000 m^3. Tej ilości wody nie mógł dostarczyć żaden z proponowanych gminie m. Krakowa wodociągów. Wkrótce Wielki Kraków wzrośnie tak, że dzisiejszą wydajność terenu będzie trzeba podwoić co jest łatwem do osiągnięcia, nie wielkim stosunkowo kosztem.

Wszystkie trudy i starania Krakowskiego Towarzystwa i jego członków, między innymi inż. Jana Rottera prezesa tego Towarzystwa, dyrektora Wyższej Szkoły Przemysłowej, posła do Rady Państwa, członka Rady miasta, Komisji i Podkomisji Wodociągowych, referenta tychże, oraz st. inż. Chrząszczewskiego, st. inż. Romana Ingardena oraz oceny i opinie badań dokonanych przez Prof. O. Bujwida, Prof. Dr. K. Olszewskiego, Dr. St. Zaręcznego i chemików miejskich Albertiego i Lembergera, stworzyły podstawy do rozwoju ekonomicznego i sanitarnego miasta Krakowa przez doprowadzenie do wykonania obecnego wodociągu w Krakowie, przez co stworzone są warunki jego przyszłego rozwoju.

Wspomnieć też należy Dr. Stanisława Domańskiego, prof. U. J., członka Rady miasta Krakowa, Komisji Wodociągowej i Podkomisji aż do otwarcia wodociągu bielańskiego, a stałego i niezmordowanego obrońcy projektu wodociągu regulickiego.

Pierwszy prezydent miasta Krakowa Dr. Józef Dietl poruszył sprawę zaopatrzenia miasta w wodę wodociągową. Do ówczesnej Rady miejskiej wybrany był Józef Friedlein, stale później w każdej kadencji wybierany, który zostawszy prezydentem miasta dokonał 15 lutego 1901 roku otwarcia wodociągu bielańskiego i oddania do publicznego użytku uruchomiając maszyny parowe i pompy.

Inż. STEFAN SZEMPLIŃSKI

KANALIZACJA M. KRAKOWA I ZWIĄZANE Z NIĄ PROBLEMY

Gdy Ekspozytura Dyrekcji Dróg Wodnych w Krakowie przystępowała przed czterdziestu kilku laty do projektowania kolektorów dla kanalizacji miasta, Kraków powiększał swoje terytorium przez przyłączenie sąsiednich gmin, która to sprawa zakończona została ustawą z dnia 13. XI. 1909 r.

Kraków liczył wtedy 4831 ha, z tego po lewej stronie Wisły 2824 ha, a po prawej 2007 ha.

Do projektu kolektora lewobrzeżnego przyjęto zlewnię 1462 ha.

Do obliczeń wymiarów kolektorów i przelewów burzowych Dyr. Dróg Wod. przyjęła deszcz burzowy z dn. 11. VI. 1889 r. o natężeniu godzinnym 34 m/m, który trwał 40 minut, a ze względów bezpieczeństwa przyjęto go jako opad długotrwały. W ten sposób odpływ został wyliczony przez zredukowanie opadu 97 l/s na ha tylko przez współczynnik odpływu $\psi = 0{,}364$, a więc wyliczony odpływ wynosił $Q = 1462 \times 97 \times 0{,}364 = 50\ m^3/sek.$

Z tej ilości Dyr. Dróg Wod. projektowała 36 m^3/s wyrzucić do Wisły przez przelewy burzowe, a 14 m^3/s (co odpowiadałoby deszczowi długotrwałemu 27,7 l/s na ha) przy napełnieniu 68% wysokości w kolektorze doprowadzić do kolektora w Dąbiu. Miasto zaś żądało doprowadzenia do kolektora w Dąbiu przeszło 18 $m^3/sek.$ motywując to tem, że podczas powodzi trafiają się deszcze długotrwałe o intenzywności 33,24 l/s na ha.

Moc było posiedzeń, obliczeń, protokołów, tablic, wreszcie kolektory wykonano w r. 1909—1911. Wszelkie rozważania na temat ówczesnego obliczania opadów i odpływów etc. należą obecnie więcej do historii. Faktu nie zmieni, że kolektor lewobrzeżny w Dąbiu ma profil $\frac{3{,}45}{4{,}75}$ i że przy spadku $I = 0{,}47‰$ i napełnieniu do wysokości 3.10 m. t. j. 90% wysokości objętość przepływu wynosi max $Q = 18{,}5\ m^3/s$. Przy przepływie pełnym profilem przy tym samym spadku odprowadza tylko $Q = 17{,}8\ m^3/sek.$

Pragnąc obecnie dokończyć sprawę kanalizacji m. Krakowa, związaną z wielkiemi wodami na Wiśle, które kanałami zalewają niżej położone dzielnice, i będąc zwolennikiem przedłużenia obydwóch kolektorów za miasto, prof. Rosłoński poruszył te sprawy w Czasop. Techn. Nr 3—4 r. 1947. Poruszył zupełnie słusznie.

Nastąpiło bowiem nowe powiększenie obszaru Krakowa przez przyłączenie za czasów okupacji niemieckiej dalszych gmin tak, że obecnie Kraków obejmuje 16504 ha, z czego po lewej stronie Wisły 8713 ha, a po prawej 7791 ha. Obecny Zarząd m. to przyłączenie akceptował, chociaż formalności ustawowe do tej pory nie zostały załatwione.

Zlewnia orograficzna mającego się przedłużyć o ca 8 km. kolektora lewobrzeżnego wynosi ca 7700 ha.

Kraków jest w tym szczęśliwem położeniu, że w Krak. Obserwatorium Astronomicznem jest jeden ombrometr, którego zapiski od r. 1872 dają cenne wskazówki co do miejscowych opadów deszczowych. Czy te wskazówki, gdybyśmy mieli w różnych punktach miasta więcej ombrometrów, byłyby dokładniejsze i pewniejsze? Ilość wody w ombrometrach jest b. często zależna od najprzeróżniejszych zmian atmosferycznych, jak również od bardzo trudnego prawidłowego ich ustawienia. Według Hellmanna często aparaty, które są ustawione w odległości mniej niż 500 m. wykazują różnice około 5%, a w niektórych burzowych dniach różnice dochodzą do 100%. Zależne to jest nie tylko od ustawienia aparatów, ale i od nierównomiernego opadu. To wcale nie dowodzi, że więcej ombrometrów w Krakowie dałoby nam lepsze dane do pomiarów deszczy. Dla pewności, dla bezpieczeństwa należy dane z jednego ombrometru przyjąć na cały obszar miasta, bo przecież może się zdarzyć, że deszcz burzowy pokryje całą zlewnię Krakowa, chociaż są i deszcze, które całej zlewni nie pokrywają.

A cóż zrobią miasta, które chcą mieć kanalizację, a wcale nie mają ombrometrów? Muszą budować na podstawie podobieństwa z innymi miastami, a więc jeszcze mniej dokładnie.

Co się tyczy obliczania odpływów z deszczów, to przed 40 laty znany był tylko współczynnik odpływu ψ, który przeważnie jest zależny od rodzaju zabudowania danej zlewni. Jest to współczynnik bardzo czuły; małe zmiany w wartości ψ wywołują duże zmiany w odpływie. Dlatego też udatny wybór ψ jest najważniejszą sprawą z całego ob-

liczenia. W miarę rozwoju i rozbudowy miasta współczynnik ψ stopniowo wzrasta, to też i obecnie w Krakowie powinien być przyjęty większy aniżeli przed 40 laty.

Przed około 25 laty przybył nowy współczynnik czasu φ. Mianowicie doświadczenia wykazały, że natężenie deszczu (siła deszczu) maleje w zupełnie określonym stopniu wraz z czasem jego trwania. (K. Imhoff — Taschenbuch der Stadt-Entwässerung, oraz Podręcznik Inżynierii tom III str. 1063)

Dalej zaczęto rozróżniać deszcze w ich powtarzaniu się. Są podobne deszcze, które padają 2 razy na rok ($n = 2$) są, które raz na rok ($n = 1$), raz na dwa lata ($n = 0,5$), raz na 5 lat ($n = 0,2$). Rzadziej powtarzają się silniejsze opady.

W zależności od trwania deszczu T i częstości powtarzania się deszczu n zostały uformowane wykresy dla φ. Trzebaby przy tym wiedzieć, jak często się dany deszcz powtarza. Gdyby naprzykład wspomniany deszcz z dn. 11. VI. 1889 r. powtarzał się co 2 lata ($n = 0,5$), to z wykresu dla czasu trwania deszczu 40 minut znajdujemy $\varphi = 0,62$. A więc opad 97 l/s na ha redukuje się do

$$97 \times 0,62 = 60 \text{ l/s na ha}.$$

Zatem odpływ ze zlewni 1462 ha powinno się teraz liczyć, pozostawiając nawet stare $\psi = 0,364$, na

$$1462 \times 60 \times 0,364 = 32 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Gdyby ten deszcz powtarzał się raz na rok ($n = 1$), to z wykresu znajdujemy $\varphi = 0,50$, a dla $n = 0,2$ (co 5 lat) to $\varphi = 0,82$.

Notowania deszczów w Krak. Obserw. Astr. mogą zapewne dostarczyć dat, jak często się podobne deszcze powtarzają.

Z całego szeregu notowanych i mierzonych deszczów należy do obliczeń wymiarów kolektorów wybrać taki, któryby dawał największy odpływ, w l/s z ha. Takiego odpływu nie może dać deszcz długotrwały. Deszcz długotrwały jest mało intensywny, w sumie da opadu znacznie więcej niż deszcz burzowy, ale odpływ sekundowy burzowego znacznie przewyższa odpływ sekundowy deszczu długotrwałego, rozlewnego, pokrywającego nieraz 1000 km^2 powierzchni.

Prof. Rosłoński do obliczenia przedłużonego kolektora wziął właśnie deszcz 12-godzinny z dn. 14. VII. 1891 r. Z tego deszczu wziął pod uwagę pierwsze 6 godzin (większy opad), wyliczył średnią arytmetyczną 18,6 l/s na ha jako opad i z tego opadu po bardzo długiej analizie intensywności opadu długotrwałego z wykresami, wzorami etc wyliczył odpływ w l/s z ha, mnożąc te 18,6 l/s na ha przez odpowiednie wartości współczynnika odpływu ψ. Tak samo jak to czyniła Dyr. Dróg Wod. przed 40 laty tylko dla deszczu, który trwał 40 minut i był przyjęty jako trwały, a więc bez opóźnienia odpływu.

Prof. Rosłoński przy wyliczeniu max. odpływu przedłużyć się mającym kolektorem liczy obecnie przynależną zlewnię tylko na 3647 ha, uwzględnia tylko powiększenie zlewni po obu stronach Białuchy i dorzecza Czyżyn i Łęgu, razem 2185 ha na północy i wschodzie, a nie uwzględnia obecnej orograficznej zlewni na zachodzie, pozostawiając zlewnię Ekspozytury Dyr. Dróg Wod. z przed 40 laty t j. 1462 ha, zamiast 5515 ha jak jest obecnie.

A przecież Kraków rozbudowuje się w ostatnim półwieczu najwięcej właśnie w kierunku zachodnim. Tu powstały nowo zabudowane dzielnice, nowe trwałe nawierzchnie ulic, nowe kanały uliczne, nowe arterie komunikacji np. tramwaj przez ulicę Wybickiego aż prawie do Bronowic, lub tramwaj w Al. 3-go Maja aż do ulicy Piastowskiej.

Także po prawej stronie Wisły większy rozwój wykazują dzielnice zachodnie niż wschodnie.

Jeśliby nawet budziło pewne wątpliwości, czy deszcz krótkotrwały np. 40 minutowy pokrywa cały obszar Krakowa, to już dla deszczu 6-godzinnego tych wątpliwości być nie może, i nie usprawiedliwia pominięcia zlewni zachodniej.

Prof. Rosłoński twierdzi, że do obliczenia przedłużyć się mającego kolektora odpływ burzowy nie odgrywa żadnej roli, bo jest regulowany istniejącymi przelewami burzowymi, a miarodajny jest odpływ deszczu długotrwałego podczas powodzi.

Nie można z tym się zgodzić, ponieważ 1-o zlewnia została znacznie powiększona, 2-o deszcz burzowy może spaść przy wyższych stanach wody na Wiśle, nie koniecznie powodzi, ale przy poziomie np. + 1,05 na wodowskazie, kiedy przelewy burzowe będą musiały być zamknięte.

Dyr. Dróg Wod. przed 40 laty również nie uwzględniła całej ówczesnej zlewni kolektora lewobrzeżnego, zmniejszając ją o około 800 ha, ale zato deszcz 40 minutowy liczyła jako opad trwały, czyli nie uwzględniła odpływu, zmniejszonego przez opóźnienie tegoż.

A prof. Rosłoński nie uwzględnia ca 5500 — 1462 ca 4000 ha nowej zlewni.

Po uwzględnieniu obecnej zlewni kolektora lewobrzeżnego 7700 ha odpływ sekundowy nawet dla przyjętego przez prof. Rosłońskiego deszczu długotrwałego wypadnie zupełnie inaczej, mianowicie

$$4,4 \text{ l/s z ha} \times 7700 = 34 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Ta ilość w projektowanym na przepływ 16 m^3/s kolektorze nie zmieści się i trzebaby podczas powodzi przepompowywać 18 m^3/s do Wisły.

A odpływ będzie znacznie większy, bo do obliczenia kolektora nie jest miarodajny deszcz długotrwały, lecz deszcz burzowy.

Przyjmując nawet średnie ważne współczynniki odpływu według prof. Rosłońskiego $\psi = 0,269$ dla całej zlewni bez dorzecza Czyżyn i Łęgu i $\psi = 0,1$ dla dorzecza Czyżyn i Łęgu i zredukowany opad przez współczynnik czasu $\varphi = 0,62$ dla deszczu o natężeniu godzinnym 34 m/m z dn. 11. VI 1889 r., otrzymamy odpływ w przedłużonym kolektorze

$$\begin{array}{rl} 6782 \times 0,269 \times 97 \times 0,62 = & 110,5 \text{ m}^3/\text{s} \\ 918 \times 0,10 \times 97 \times 0,62 = & 5,5 \text{ m}^3/\text{s} \\ \hline 7.700 \text{ ha} \qquad\qquad & 116 \text{ m}^3/\text{s} \end{array}$$

Ponieważ deszcz 70 minutowy trwa znacznie krócej niż odpływ od końca kolektora przy ul. Piastowskiej do wylotu w Dąbiu, można zlewnię

krakowską 5515 ha zredukować ca do połowy*). Przy niskich stanach wody na Wiśle przez przelewy burzowe i kolektorem spłynie ca 54 m^3/s, część da się retenować w sieci, a resztę trzeba pompować do Wisły.

Kraków w stosunku do zwierciadła wielkich wód leży stosunkowo nisko. Dlatego podczas powodzi przelewy burzowe muszą być zamykane już przy + 1,05 na wodowskazie t. j. przy wysokości zwierciadła wody na Wiśle przy wodowskazie na rzędnej 198,963 + 1,05 = 200,013. W tym czasie zwierciadło wody na Wiśle w Dąbiu u wylotu kolektora znajduje się na rzędnej 199,000, a że dno kolektora u wylotu ma rzędną 196.449, zatem po zamknięciu przelewów woda z Wisły napełnia go do 2,55 m. wysokości, czyli około 75%. To wywołuje cofkę w całej sieci kanałowej. A jednocześnie deszcz, jaki się może zdarzyć, w szybkim tempie przyczynia się do wypełnienia resztek retencji sieci, której objętość wynosi około 60000 m^3. Dlatego też na retencję wiele liczyć nie można.

Ma się rozumieć, że przy przedłużeniu kolektora do rzeczki Dłubni o około 8 km. stosunki znacznie by się poprawiły, ale i tak cofka dawałaby się we znaki, bo przedłużenie o 8 km. jest za małe.

Oprócz tego długość kolektora jest za mała ze względu na projektowany drugi jaz w Przewozie w 92-m km. Wisły. Z powodu spiętrzonej o około 2,5 m. niskiej wody, a zatem niemal stojącej powyżej jazu, jest wykluczone, aby wylot przedłużonego kolektora znajdował się przed jazem, i wody brudne uformowały przed jazem wielki i otwarty zbiornik gnijących zawartości kanałowych. Już z tego względu przed 40 laty Dyr. Dróg Wod. projektując jaz w 81 km, wyloty obydwóch kolektorów zaprojektowała i wykonała poniżej jazu (który dotąd nie powstał), a to w km. 81,5 dla lewobrzeżnego i w km. 91,3 dla prawobrzeżnego kolektora.

Wobec powyższego wylot projektowanego przedłużenia kolektora powinien być w km. 92,5, — czyli kolektor musiałby mieć minimalną długość 11 km. i musiałby przekraczać rzekę Dłubnię tak, jak przekroczył Białuchę (w projekcie).

* Od końca zasklepionej Rudawy przy ulicy Piastowskiej do wylotu kolektora w Dąbiu jest około 7000 m. b. Z tego około 2000 m. b. zasklepionej Rudawy przy spadku I = 0,6‰ i średniej prędkości V = 1,6 m/s i około 5000 m. b. kolektora przy spadku I = 0,47‰ i średniej prędkości V = 1,6 m/sek.

Dla przepływu całej drogi potrzeba $\frac{7000}{16} = 4365$ sek = 73 minut.

Deszcz trwa 40 minut, nastąpi opóźnienie i maksymalny odpływ trzeba liczyć z $\frac{40}{73}$ zlewni t. j. $5515 \cdot \frac{40}{73} = 3000$ ha.

a wtedy odpływ wyniesie

$$4025 \times 0,269 \times 97 \times 0,62 = 65 \ m^3/s$$
$$918 \times 0,10 \times 97 \times 0,62 = 5,5 \ m^3/s$$
$$70,5 \ m^3/s$$

Prof. Rosłoński jest przeciwnikiem projektu Dyr. Dróg Wod. z r. 1917 pozbycia się wód opadowych przy wezbraniach Wisły za pomocą syfonowania z kolektora lewobrzeżnego wody w ilości około 18 m^3/s na prawy brzeg Wisły, aby po połączeniu z wodami kolektora prawobrzeżnego spłynąć głębokim przekopem długości 3400 m. b. i pogłębioną rzeczką Drwiną na długości 6300 m. b. nieszkodliwie do Wisły w km. 93-cim.

Dwa tylko przytoczył argumenty przeciw wogóle syfonowaniu wody, mianowicie 1. piętrzenie wód kanałowych o 1,17 m. przy ujściu kolektora w Dąbiu i 2. przecięcie przez sztuczne koryto ziemne terenów portowych Płaszowa z północy na południe.

Ad 1. Wiadomo, że ruch wody w syfonie o niezmiennym przekroju i pewnej długości zależny jest jedynie od panującej różnicy poziomów wody między początkiem a końcem syfonu, czyli od różnicy ciśnienia między poziomem wody na początku i poziomem na końcu syfonu. Ta różnica musi być tak obliczona, by przezwyciężyła opory, najważniejsze tarcie wody o ściany, i mniejsze, wywołane przejściem z jednego profilu do drugiego, zmianą kierunku syfonu i powstałymi stąd krzywiznami etc. Przy znacznej długości syfonu te drugorzędne opory nie mają prawie znaczenia. Otóż o ile projekt syfonu wykonany został przez Dyr. Dróg Wod. prawidłowo t. j. wylot syfonu odpowiednio niżej zaprojektowany, to przy ujściu kolektora w Dąbiu (początek syfonu) nie powinno być żadnego spiętrzenia wody.

W jednym tylko wypadku mogłoby to spiętrzenie nastąpić, a mianowicie, gdyby odpływ z opadu deszczowego podczas powodzi był większy niż 18,5 m^3/s (max Q przepływu kolektorem w Dąbiu) i gdyby nie było na terenie odpowiednio rozmieszczonych stacji pomp.

Ad 2. Przecięcia terenów portowych Płaszowa z północy na południe można bardzo łatwo uniknąć, jeżeli zamiast sztucznego koryta ziemnego, damy podziemny kanał jako przedłużenie syfonu.

Jest jeszcze 3-ci argument przeciw projektowi Dyr. Dróg Wod. z r. 1917. W czasie niskich wód na Wiśle i pory bezdeszczowej odprowadzenie syfonem i dalej do Drwiny z obydwóch kolektorów wód brudnych pokanałowych zamieniłoby syfon na dół kloaczny (przynajmniej jedną z 4-ch rur), a małowodna rzeczka Drwina, której około 4900 m. b. znajduje się obecnie w obrębie Krakowa, a która na całej długości służy ludności przyległych wiosek do celów gospodarczych, stałaby się jednym płynącym otwartym kanałem miejskim, co, zdaje się, ze względów zdrowotnych nie może być tolerowane.

Sprawa ta zupełnie inaczej by się przedstawiała, gdybyśmy mieli z oczyszczonymi przynajmniej mechanicznie wodami pokanałowymi do czynienia.

Ten ostatni argument ma także walor przeciw przesądzonej już sprawie odwodnienia prawobrzeżnej połowy m. Krakowa t. j. przez doprowadzenie kolektora prawobrzeżnego przez Płaszów do Drwiny, która, jak wyżej, stałaby się kanałem miejskim.

Przedłużenie obydwu kolektorów wzdłuż Wisły na odpowiednią długość (decyduje o długości

cofka z Wisły podczas w. w.) jest jednym z 4-ch znanych projektów zabezpieczenia m. Krakowa od zalewania niżej położonych dzielnic miasta. Bez stacji pomp na trasie kolektorów rozwiązać tego zadania dodatnio nie można.

Przedłużenie kolektorów o kilkanaście kilometrów z wylotem poniżej projektowanego jazu w 92-m km. Wisły przesunie tylko zanieczyszczenie Wisły od miasta, ale samej sprawy oczyszczania ścieków kanałowych przed wpuszczeniem ich do rzeki nie ułatwi, może nawet utrudni.

Przedłużenie kolektorów jest najdroższym projektem z czterech jak wyżej. Utrzymanie i czyszczenie również będzie najdroższem i najkłopotliwszem.

Nastręczają się pewne uwagi ogólniejszej natury.

Gdy projektuje się kosztowne inwestycje np. kanalizację miasta, które mają służyć na długie lata (kilkadziesiąt, sto, a może i więcej), trzeba przewidywać odpowiedni rozwój miasta i jego w przyszłości potrzeby. Kiedy Lindley przed przeszło 70-ciu laty projektował wodociągi i kanalizację dla Warszawy, miasto liczyło wtedy 300000 mieszkańców. On wykonał projekty dla miasta $^1/_2$-milionowego. Wiadomo, że w r. 1939 Warszawa liczyła $1^1/_2$ miliona mieszkańców i obejmowała obszar 141 km^2, co dawało około 8800 mieszkańców na 1 km^2. Był to rozwój miasta nadzwyczajny, ponieważ w międzyczasie Warszawa stała się stolicą państwa. To też następne pokolenia musiały wziąć na swoje barki uzupełnienia, przeróbki etc no i, ma się rozumieć koszta.

Miasto Kraków przed 40 laty liczyło około 140000 mieszkańców i obejmowało obszar 48 km^2, a więc zaludnienie na 1 km^2 wynosiło około 3000 mieszkańców. W roku 1939 ilość mieszkańców wzrosła do 260000, czyli na 1 km^2 wypadało około 5400 osób. Widać z tego, jak daleko jeszcze było do zaludnienia na 1 km^2 w porównaniu z Warszawą.

Ale przyszedł okupant niemiecki, dla którego wszystko musiało być „gross". Zrobił więc i „Gross-Krakau" jako stolicę Generalnego Gubernatorstwa. Ludności nie udało się powiększyć (raczej ją się zmniejszało), ale obszar został powiększony do 165 km^2. Na wydanym planie Krakowa wyglądało to imponująco.

Obecnie Kraków liczy według ostatniej statystyki 300000 mieszkańców, czyli zaludnienie na 1 km^2 wynosi tylko 1800 mieszkańców. Jest to obecnie jedno z najsłabiej zaludnionych miast w Polsce. Według Małego Rocznika Statyst. z r. 1939 zaludnienie na 1 km^2 wynosiło w Łodzi 11300 mieszkańców, we Lwowie 4700, w Poznaniu 3600, w Wilnie 2000, w Bydgoszczy 2000, w Częstochowie 2900 etc.

Ciekawa rzecz, wiele przyłączone dzielnice dały Wielkiemu Krakowowi ludności. Ostatnio przeprowadzony spis ludności tego nie mówi, nie wykazał również ilości wyznań i narodowości. Również statystyka nie wykazała, a przynajmniej nie ogłosiła, wielu mamy w Krakowie repatriantów. Wszystkie te daty dałyby możność obliczyć, wiele ludności dały Krakowowi przyłączone za okupanta gminy. Dałoby się w ten sposób określić, o ile pod względem ilości ludności zmienił się Kraków z r. 1939.

Jeśliby jednak pokusić się o b. przybliżone obliczenie, to sprawa może się przedstawić jak następuje.

Powiat Krakowski, którego część 165—48 = 117 ha weszła obecnie w obręb m. Krakowa, posiadał w r. 1939 — 212 mieszkańców na 1 km^2, coby wynosiło $212 \times 117 = 24804$ mieszkańców. W pobliżu wielkiego miasta ludność zawsze jest więcej zgęszczona, aniżeli w dalszych okolicach powiatu, a jeśli wziąć pod uwagę, że są tu pewne osady np. Prokocim i inne, to możnaby przyjąć, że przyłączone obszary mogą mieć 50000—60000 ludności, t. j. około 500 mieszkańców na 1 km^2. Wobec tego Kraków w granicach obszaru 48 km^2 ma obecnie nawet nieco mniej ludności, aniżeli miał w r. 1939.

Czy można teraz określić, jaki i kiedy nastąpi rozwój miasta i przyłączonych ostatnio dzielnic i kiedy one i z jakich powodów staną się naprawdę miastem z jego potrzebami np. kanalizacji.

Jak to trudno obecnie przewidzieć, najlepszy dowód, że prof. Rosłoński, projektując przedłużenie kolektora lewobrzeżnego dla umożliwienia skanalizowania dorzecza Białuchy, oraz Czyżyn i Łęgu przewiduje w przyszłości kilkudziesięciu co najmniej lat współczynnik odpływu $\psi = 0{,}1 - 0{,}2$ t. zn. że obszary te będą niezabudowane (po miejsku), albo będą plantacjami. Obecnie na tych obszarach $\psi = 0$ i będzie jeszcze prawdopodobnie długie, długie lata. Czy warto teraz wykładać olbrzymie sumy z tem przeświadczeniem, że za lat kilkadziesiąt dane dzielnice będą jednak niezabudowane i nie będą jeszcze korzystały z przedłużonego kolektora.

Przedłużenie obydwóch kolektorów może mieć tylko znaczenie jako zabezpieczenie m. Krakowa od powodzi, i to nie najlepsze. Do tego nie potrzeba żadnych specjalnych analiz deszczów długotrwałych, ani obliczeń etc. Wystarczy tylko uwzględnić cofkę wody w kolektorze podczas powodzi, z czego wyniknie jego długość, i uwzględnić zmniejszenie spadku I, z czego wyniknie profil.

Dlatego sprawę skanalizowania przyłączonych za okupanta dzielnic można obecnie z czystym sumieniem pozostawić przyszłym pokoleniom.

Już Ekspoz. Dyr. Dróg Wod. przed 40 laty do projektu kolektora prawobrzeżnego przyjęła zlewnię tylko około 500 ha, a 1500 ha zostawiła na czasy obecne, a nawet jeszcze przyszłe. I nie omyliła się!

Obecnie okupant niemiecki wsadził na biedny kolektorek prawobrzeżny 7791 ha zlewni. Niech się nad tą sprawą biedzą za lat 100!

Dr. Inż. J. DOLIŃSKI

O GRAFICZNEJ ANALIZIE GAZU GENERATOROWEGO

Na temat ten pisałem jeszcze w 1927 r. Zamieściłem wówczas w „Przemyśle Chemicznym“ artykuł pod tym samym tytułem, a w nim zaproponowałem stosowanie sześciobocznego wycinka trójkąta równobocznego, podzielonego pękami linii, odpowiadających różnym procentom składników gazu generatorowego, względnie różnym wielkościom pewnych cech fizycznych tego gazu. Wykazałem, że wystarczy oznaczyć w gazie ilość CO_2 i spalić go całkowicie w celu oznaczenia N_2, a z punktu przecięcia się linii, odpowiadających tym wielkościom, odczytujemy wszelkie inne. Z powodu tego ułatwienia analizy grafikon znalazł zastosowanie w praktyce i oddawał dobre usługi. Z wielu stron zwracano się do mnie po szczegółowe informacje dotyczące zwłaszcza obliczania grafikonu. Usprawiedliwiałoby to powrócenie do tego samego tematu. Jest jednak jeszcze inna przyczyna, dla której zająłem się ponownie grafikonem. Oto do spalania gazu używa się rurek kwarcowych, a dziś zaopatrzenie się w takie rurki napotyka niestety na ogromne trudności. Wobec tego spróbowałem zastąpić oznaczenie azotu przez pomiar ciężaru gatunkowego gazu i uzyskałem dobre rezultaty. Ujemną stroną tej zmiany jest to, że linie jednakowych procentów azotu przecinają się z liniami jednakowych ciężarów gatunkowych pod bardzo małym kątem, co źle wpływa na przejrzystość siatki. Dlatego wydaje mi się celowe stosowanie dwóch grafikonów, a mianowicie oprócz normalnego także dodatkowego, który przedstawia tylko linie bezwodnika kwasu węglowego i linie ciężarów gatunkowych. Na tym ostatnim grafikonie uzyska się punkt przecięcia, który przeniesiony na grafikon normalny da rozwiązanie całości analizy.

Korzystając z okazji, przeliczyłem ponownie wszystkie wielkości, tak, że zamieszczone tu zestawienia cyfr i wykresy są poprawione w stosunku do dawnego. Dla uzupełnienia podam sposób przeprowadzania obliczeń.

Jak wiadomo, grafikon oparty jest na założeniu, że w generatorze odbywają się trzy reakcje, których zespół, zależnie od ich procentowego współudziału, daje gaz generatorowy o różnym składzie i różnych cechach i własnościach. Każdy punkt trójkąta równobocznego odpowiada jakiemuś zespołowi tych trzech reakcji, a tym samym odpowiada pewnemu gazowi o ściśle określonym składzie i własnościach. Są to następujące reakcje:

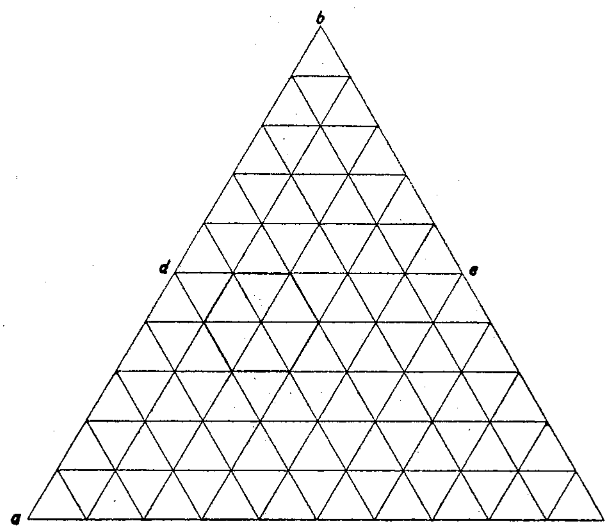
a) $C + O_2 + 3{\cdot}7619\ N_2 = CO_2 + 3{\cdot}7619\ N_2$

b) $C + CO_2 = 2\ CO$

c) $C + 2H_3O = CO_2 + 2H_2$

W trójkącie równobocznym punky a, b, c, odpowiadają 100% wymienionych reakcji.

Aby na polu trójkąta wyrysować linie, łączące wszystkie punkty, odpowiadające temu samemu procentowi pewnego składnika, wystarczy wyznaczyć dwa ich punkty, gdyż są to linie proste, co wynika z samych równań. Najdogodniej jest wyznaczać te punkty na bokach trójkąta, gdyż wówczas jedna z reakcji schodzi do zera i mamy do czynienia tylko z zespołem dwóch reakcji, co bar-



Rys. 1.

dzo ułatwia liczenie. Obliczmy np. ilości CO_2 w gazie powstającym przy zespołach reakcyj **b i c**, a więc tych, których obrazem jest linia **bc**. Ustawiamy dwa równania, które zsumowane dają 100 części C:

$$xC + xCO_2 = 2\ x\ CO$$

$$(100 - x)C + 2(100 - x)H_2O = (100 - x)CO_2 + 2(100 - x)H_2$$

Ponieważ interesuje nas skład powstającego gazu, zwrócimy uwagę na prawą stronę równań. Po dodaniu ich i po przeniesieniu CO_2 ze strony lewej na prawą (gdyż istotnie nie dodajemy go z zewnątrz, lecz pochodzi on z rozpadu wody), otrzymamy po prawej stronie:

$$100\ CO_2 - 2xCO_2 + 200\ H_2 - 2xH_2 + 2xCO.$$

Procentowy skład objętościowy tego gazu możemy obliczyć w dwojaki sposób.

Pierwszy polega na tym, że za symbole podstawiamy ciężary atomowe, a więc

$$\underset{[CO_2]}{4400} - \underset{[CO_2]}{88\ x} + \underset{[H_2]}{403{\cdot}2} - \underset{[H_2]}{4{\cdot}032x} + \underset{[CO]}{56x}$$

a następnie dzielimy je przez odpowiednie ciężary jednostki objętościowej gazów i w ten sposób otrzymujemy stosunki objętościowe:

$$\frac{4400 - 89\,x}{1,9768} + \frac{403{\cdot}2 - 4{\cdot}032\,x}{0,08987} + \frac{56\,x}{1,2500}$$

Po wykonaniu dzielenia uzyskamy

$$2225{\cdot}6 - 44{\cdot}5\,x + 4486{\cdot}5 - 44{\cdot}865\,x + 44{\cdot}8\,x$$

skąd skład procentowy:

$$\%\ CO_2 = \frac{222560 - 4451{\cdot}5\,x}{6712{\cdot}1 - 44{\cdot}58\,x}$$

$$\%\ CO = \frac{4480\,x}{6712{\cdot}1 - 44{\cdot}58\,x}$$

$$\%\ H_2 = \frac{448650 - 4486{\cdot}5\,x}{6712{\cdot}1 - 44{\cdot}58\,x}$$

gdzie x jest udziałem procentowym reakcji $C + CO_2 = 2\,CO$. Podstawiając różne procenty za CO_2, CO, H_2, otrzymujemy wartości x odpowiadające różnym punktom na linii **bc**.

Drugi sposób obliczania jest znacznie prostszy. Opiera się on na tym, że nasze równania chemiczne napisane są z uwzględnieniem wielkości cząsteczek, a jak wiadomo, w jednakowych objętościach różnych gazów znajdują się w tych samych warunkach jednakowe ilości cząsteczek, czyli prawa strona naszego wzoru wyraża równocześnie stosunki objętościowe składników gazowych. Z wzoru

$$100\,CO_2 - 2xCO_2 + 200\,H_2 - 2xH_2 + 2xCO$$

łatwo więc wprost obliczyć skład procentowy. Łącznie mamy tu objętość 300 — 2x. Z proporcji

$$(300 - 2x) : (100 - 2x) = 100 : \%$$

wylicza się

$$\%\ CO_2 = \frac{5000 - 100\,x}{150 - x}$$

$$\%\ CO = \frac{100\,x}{150 - x}$$

$$\%\ H_2 = \frac{10000 - 100\,x}{150 - x}$$

W dalszych obliczeniach zastosujemy drugi, prostszy sposób. Jak później wyjaśnię, zbyteczne jest obliczanie wszelkich możliwych procentowych składów gazów. Wystarczy obliczyć dla CO_2 zasięg od 0 do 13%, dla CO od 18 do 40%, a dla H_2 od 6 do 22%. Z dalszych wzorów obliczymy N_2 od 42 do 62%, ciepło spalania od 950 do 1650 Kal., ciężar właściwy w porównaniu do powietrza od 0,81 do 0,94.

Rozpatrując linię **ab,** otrzymamy następujące wzory:

$$xC + xO_2 + 3{\cdot}7619xN_2 = xCO_2 + 3{\cdot}7619xN_2$$

$$(100 - x)C + (100 - x)CO_2 = 2(100 - x)CO$$

Po dodaniu obu równań i przeniesieniu CO_2 na prawą stronę dostajemy:

$$2xCO_2 - 100\,CO_2 + 3{\cdot}7619xN_2 + 200\,CO - 2xCO$$

stąd:

$$\%\ CO_2 = \frac{200x - 10000}{100 + 3{\cdot}7619\,x}$$

$$\%\ CO = \frac{20000 - 200x}{100 + 3{\cdot}7619\,x}$$

$$\%\ N_2 = \frac{376{\cdot}19\,x}{100 + 3{\cdot}7619\,x}$$

gdzie x odpowiada udziałowi reakcji **a**.

Zkolei zbadamy linię **ac**. Stanowi ona zespół reakcyj:

$$xC + xO_2 + 3{\cdot}7619N_2 = xCO_2 + 3{\cdot}7619N_2$$

$$(100 - x)C + 2(100 - x)H_2O =$$
$$= (100 - x)CO_2 + 2(100 - x)H_2$$

Po uporządkowaniu mamy po prawej stronie

$$100\,CO_2 + 200\,H_2 - 2xH_2 + 3{\cdot}7619xN_2$$

czyli

$$\%\ H_2 = \frac{20000 - 200\,x}{300 + 1\,7619x}$$

$$\%\ N_2 = \frac{376{\cdot}19\,x}{300 + 1{\cdot}7619\,x}$$

przy czym x jest udziałem reakcji **a**. Procent CO_2 nie wchodzi tu w rachubę. W poniższych tabelach mamy zestawione wyniki obliczeń w zakresach mających w praktyce zastosowanie, a mianowicie obejmujące pole sześcioboku zaznaczonego na załączonym rysunku.

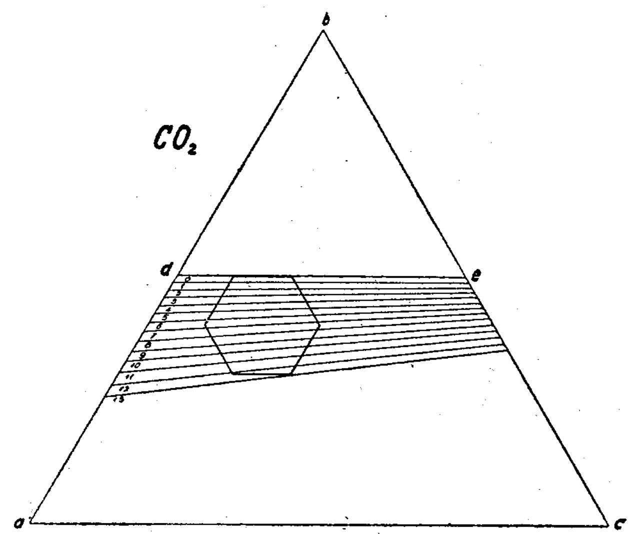
% CO_2	udział reakcji **b** (na linii **bc**)	udział reakcji **a** (na linii **ab**)
0	50,00	50,00
1	48,99	51,47
2	47,96	52,99
3	46,90	54,58
4	45,84	56,23
5	44,74	57,95
6	43,62	59,74
7	42,47	61,61
8	41,30	63,57
9	40,11	65,61
10	38,90	67,74
11	37,64	69,98
12	36,36	72,32
13	35,06	74,79

% CO	udział reakcji **b** (na linii **bc**)	udział reakcji **a** (na linii **ab**)
18	22,88	67,98
19	23,95	66,72
20	25,00	65,40
21	26,03	64,16
22	27,05	62,95
23	28,05	61,77
24	29,04	60,63
25	30,00	59,51
26	30,95	58,43
27	31,89	57,37
28	32,81	56,33
29	33,72	55,32
30	34,62	54,34
31	35,50	53,38
32	36,36	52,44
33	37,22	51,52
34	38,06	50,62
35	38,89	49,75
36	39,71	48,89
37	40,51	48,06
38	41,30	47,24
39	42,09	46,44
40	42,86	45,65

% H_2	udział reakcji **b** (na linii **bc**)	udział reakcji **a** (na linii **ac**)
6	96,81	86,43
7	96,24	84,30
8	95.65	82,21
9	95,06	80,15
10	94,45	78,12
11	93,82	76,12
12	93,18	74,16
13	92,53	72,23
14	91,86	70,33
15	91,18	68,45
16	90,48	66,61
17	89,76	64,80
18	89,02	63,01
19	88,27	61,25
20	87,50	59,51
21	86,71	57,81
22	85,90	56,12

% N_2	udział reakcji **a** (na linii **ac**)	udział reakcji **a** (na linii **ab**)
42	41,70	19,25
43	42,94	20,05
44	44,20	20,89
45	45,47	21,75
46	46,76	22,64
47	48,06	23,57
48	49,38	24,54
49	50,71	25,54
50	52,07	26,58
51	53,43	27,67
52	54,82	28,80
53	56,22	29,98
54	57,64	31,21
55	59,08	32,49
56	60,54	33,83
57	62,01	35,24
58	63,50	36,71
59	65,02	38,25
60	66,55	39,87
61	68,10	41,58
62	69,68	43,37

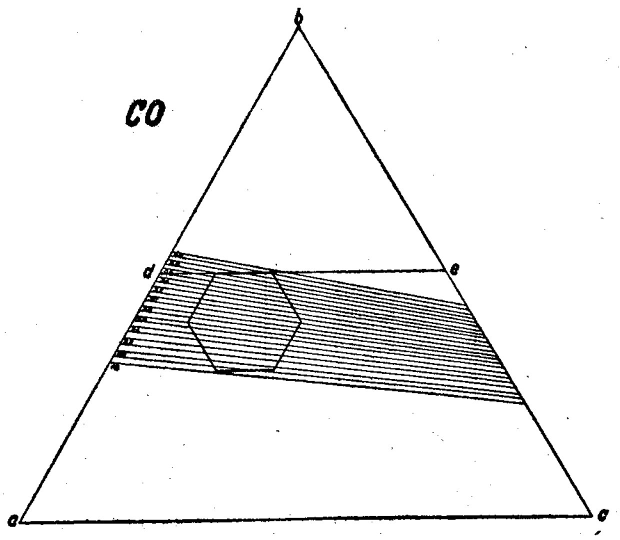
Reakcja $C + CO_2 = 2CO$ wypisana przy wierzchołku **b** ma tylko wtedy sens realny, gdy CO_2 jest dostarczane na skutek reakcji **a** lub **c**. Rozpatrując różnoprocentowe mieszaniny reakcyj **a** i **b**, lub **c** i **b** przekonamy się, że w połowie boków trójkąta, a więc w punktach **d** i **e** na-



Rys. 2.

stępuje całkowite zużycie CO_2 pochodzącego ze spalania C, względnie rozpadu wody, tak, że powyżej tych punktów, mały trójkąt + **dbe** nie ma realnego znaczenia. Dla uskutecznienia takiego

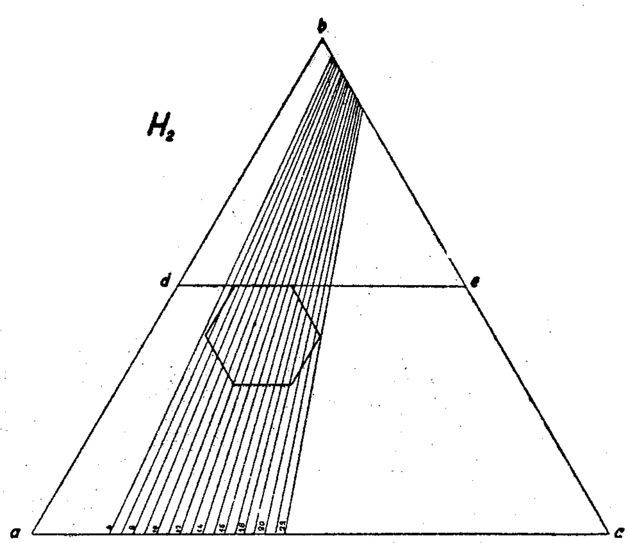
zespołu reakcyj, których obrazem jest pole tego trójkąta, musielibyśmy dodawać z zewnątrz bezwodnik kwasu węglowego, co oczywiście nie jest stosowane. Pozostałe pole trójkąta zacieśniliśmy



Rys. 3.

do jeszcze mniejszego wycinka, ograniczonego sześciobokiem, który odpowiada reakcjom zachodzącym w normalnym generatorze.

Rozpatrzmy teraz, jak zmienia się ciężar gatunkowy gazów powstających przy różnych reakcjach w generatorze. Ciężar ten obliczymy w porównaniu do powietrza jako jednostki. Ciężary te są następujące dla poszczególnych składników gazu generatorowego:



Rys. 4.

CO_2 = 1·529
CO = 0·9668
N_2 = 0·9672
H_2 = 0·06951

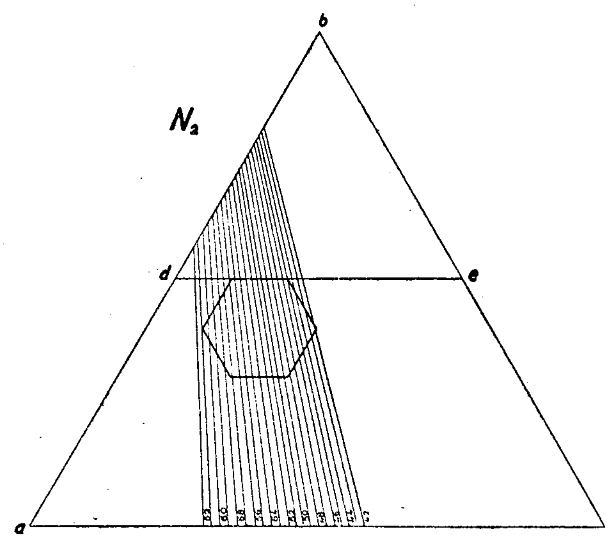
Gdy w równaniach **a** i **c** podstawimy w miejsce poszczególnych objętości gazów ich ciężary właściwe, następnie dodamy, a sumę podzielimy przez ogólną objętość gazów, otrzymamy ciężar właściwy mieszaniny:

$$1{\cdot}539x + 3{\cdot}7619 \, . \, 0{\cdot}9672x$$

$$\frac{1{\cdot}529\,(100-x) + 2 \, . \, 0{\cdot}06951\,(100-x)}{152{\cdot}9 + 3{\cdot}63851x + 13{\cdot}902 - 0{\cdot}13902\;x},$$

$$\frac{152{\cdot}9 + 3{\cdot}63891x + 13{\cdot}092 - 0{\cdot}13902\;x}{300 + 1{\cdot}7619x} = \text{c. wł.}$$

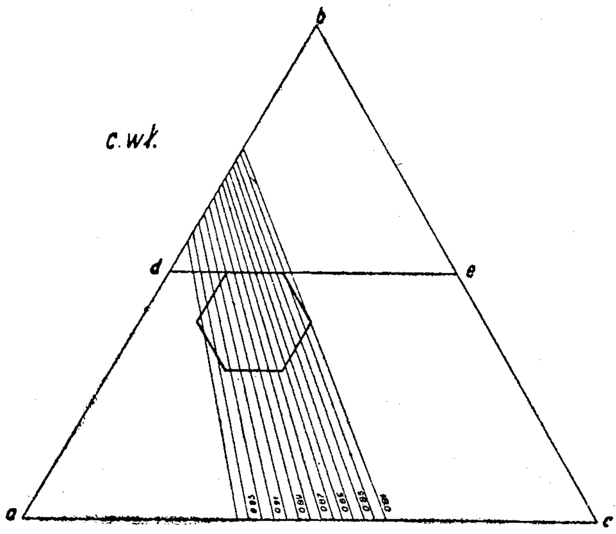
gdzie x jest udziałem procentowym reakcji **a**.



Rys. 5.

Gdy za c. wł. podstawimy różne wartości, otrzymamy odpowiednie wielkości x:

c. wł. (pow. = 1)	udział **a** na linii **ac**	udział **e** na linii **de**
0,81	36,77	21,83
0,82	38,54	20,62
0,83	40,35	19,38
0,84	42,19	18,13
0,85	44,06	16,85
0,86	45,96	15,54
0,87	47,90	14,22
0,88	49,87	12,87
0,89	51,88	11,49
0,90	53,92	10,10
0,91	56,01	8,67
0,92	58,13	7,22
0,93	60,29	5,74
0,94	62,50	4,23



Rys. 6.

Dla rozpatrzenia linii **de** musimy przede wszystkim stwierdzić, jakim reakcjom odpowiadają punkty **d** i **e**.

Otóż w punkcie **d** mamy:

$$50\,C + 50\,O_2 + 50\,.\,3{\cdot}7619 N_2 = 50\,CO_2 + 50\,.\,3{\cdot}7619\,N_2$$

$$50\,C + 50\,CO_2 = 100\,CO$$

$$100\,.\,C + 50\,.\,O_2 + 50\,.\,3{\cdot}7619 N_2 + 50\,.\,CO_2 - 50\,.\,CO_2 + 50\,.\,3{\cdot}7619 N_2 + 100\,CO$$

Po przeniesieniu CO_2 na prawą stronę i uproszczeniu mamy:

$$\text{d)}\quad C + \frac{O_2}{2} + 1{\cdot}88095\,N_2 = CO + 1{\cdot}88095\,N_2$$

W punkcie **e** otrzymamy zaś:

$$\text{e)}\quad C + H_2O = CO + H_2\,.$$

Dla obliczenia c. wł. gazów powstałych z zespołu reakcji w punktach **d** i **e** ustawimy wzór:

$$\frac{48{\cdot}34 + 0{\cdot}06951\,x + 90{\cdot}96274 - 1{\cdot}81925\,x}{144{\cdot}0475 - 0{\cdot}88095\,x}$$

gdzie x jest udziałem **e** na linii **de**.

W podobny sposób ułożymy wzory do obliczania ciepła spalania gazu, podstawiając dla H_2 c. spal. = 3080 Kal. a dla CO = 3050 Kal.

Odpowiednie wzory mają następujące postacie:

dla zespołu **a c**

$$\text{c. spal.} = \frac{616000 - 6160\,x}{300 + 1{\cdot}7619\,x}$$

gdzie x = udziałowi **a**,

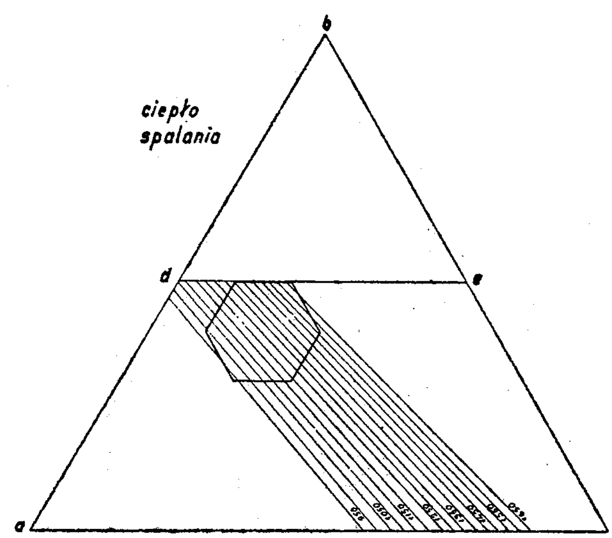
dla zespołu zaś **d e**

$$\text{c. spal.} = \frac{3080\,x + 152500}{144{\cdot}048 - 0{\cdot}88095\,x}$$

gdzie x = udziałowi **e**.

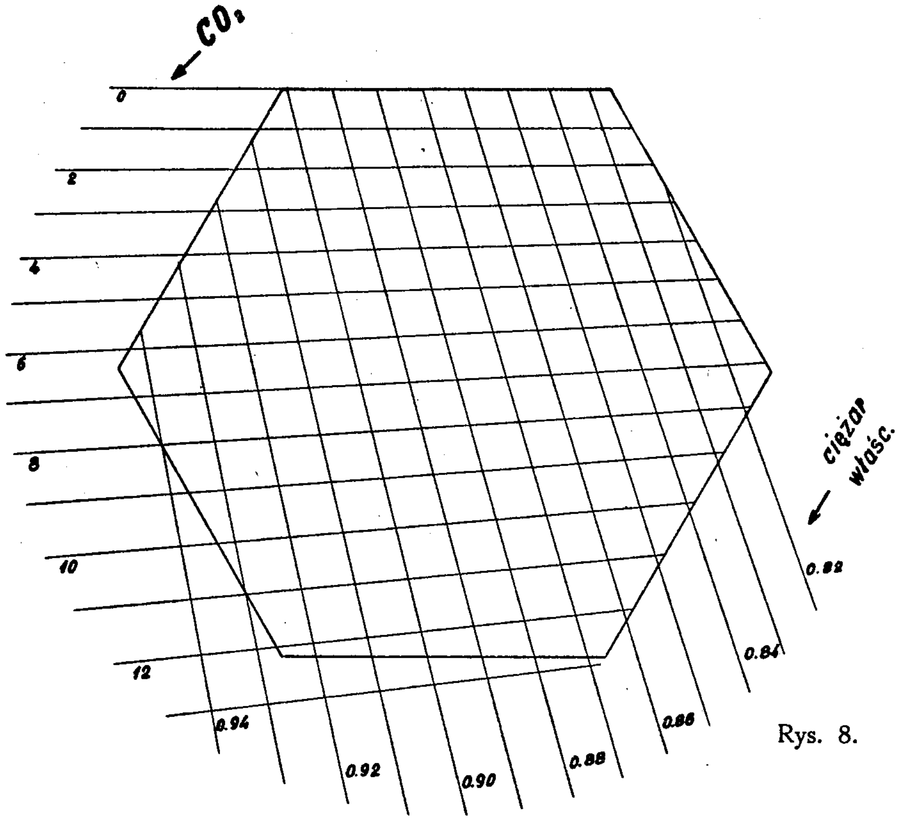
Wyniki obliczeń zestawiono w poniższej tabelce.

ciepło spalania	ilość **e** na linii **de**	ilość **a** na linii **ac**
950	— 4,01	42,25
1000	— 2,15	39,89
1050	— 0,32	37,58
1100	1,46	35,32
1150	3,20	33,10
1200	4,91	30,94
1250	6,58	28,82
1300	8,22	26,74
1350	9,82	24,71
1400	11,39	22,72
1450	12,93	20,77
1500	14,44	18,86
1550	15,91	16,98
1600	17,36	15,15
1650	18,78	13,34

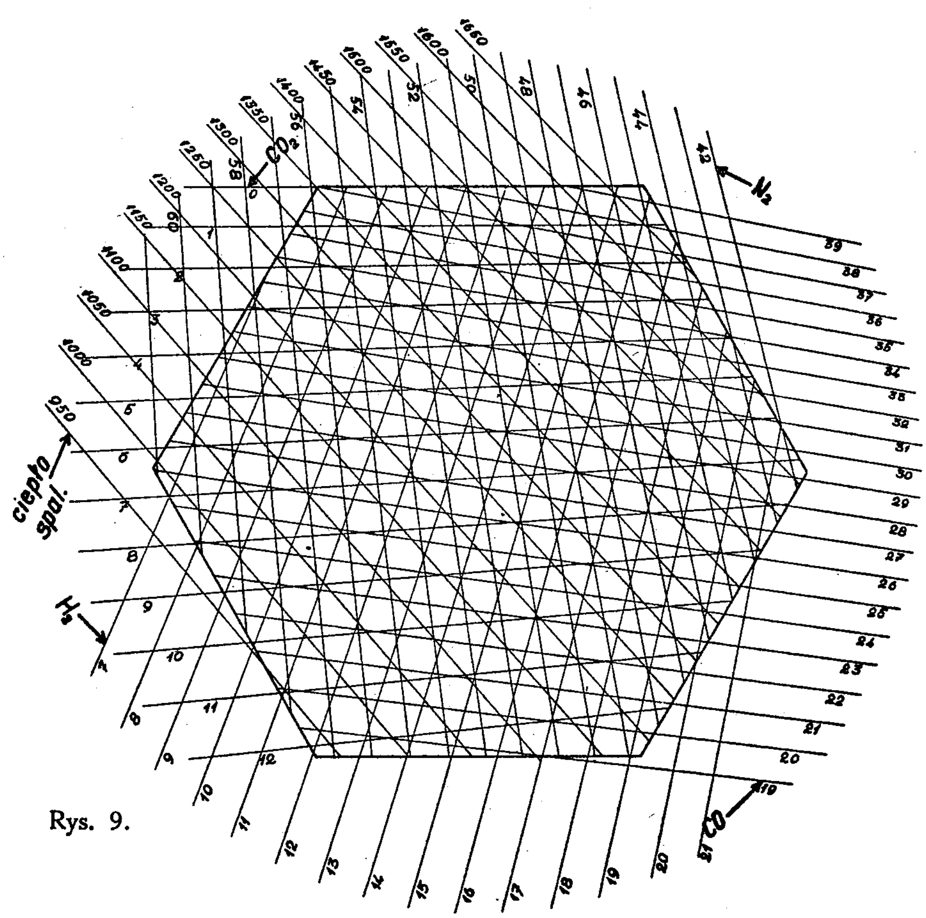


Rys. 7.

Oznaczanie bezwodnika kwasu węglowego w badanym gazie roztworem ługu jest bardzo proste. Do oznaczania ciężaru gatunkowego istnieje szereg aparatów łatwych w użyciu i dostatecznie czułych. Najwygodniejsze byłoby stosowanie aparatów samoczynnych i piszących, gdyż wówczas graficzna analiza w ogóle nie wymaga żadnego czasu.



Rys. 8.



Rys. 9.

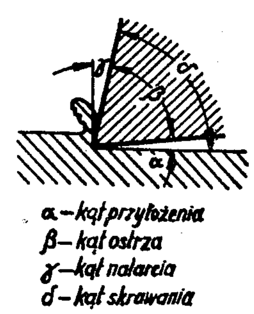
Dobrze jest umieścić w miejscu pracy obsługi generatora tablicę z sześciobokiem o średnicy 1 m i na nim oznaczać punkty charakteryzujące gaz. Robotnik na pierwszy rzut oka ocenia wynik i wie jakie potrzebne są zabiegi, aby punkt ten przesunąć na właściwe miejsce.

Inż. Wacław POPIELSKI

ZASTOSOWANIE KĄTÓW UJEMNYCH NA OSTRZACH SKRAWAJĄCYCH PRZY WIÓROWEJ OBRÓBCE METALI

W czasie minionej wojny światowej, zastosowano w Ameryce nową metodę skrawania, polegającą na zmianie wielkości niektórych kątów sto-

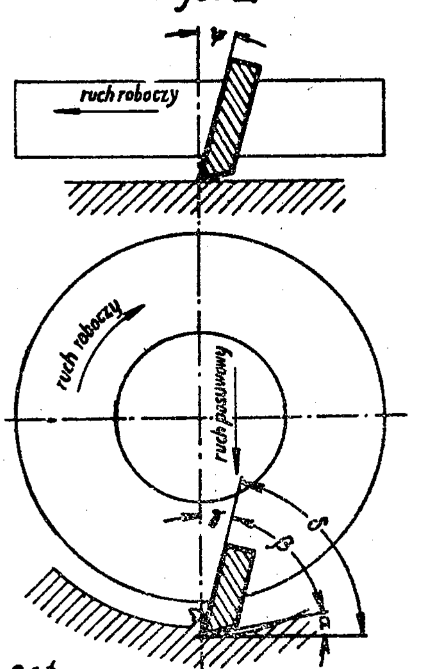
rys. 1



Kąty ostrza

sowanych dotychczas w geometrii noża tokarskiego i innych narzędzi skrawających np. frezów (Rys. 1.). Metoda ta, dająca w porównaniu z dotychczas stosowanymi narzędziami o kątach dodatnich (Rys. 2)

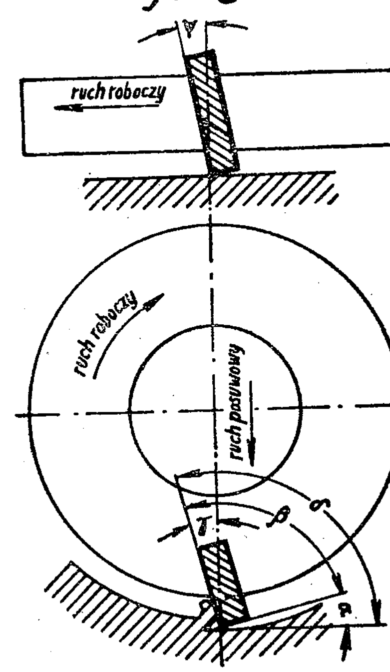
rys. 2



ostrze z dodatnim kątem natarcia

olbrzymi wzrost szybkości skrawania, a co zatem idzie (przy równoczesnym wzroście posuwów) wzrost objętości skrawanych wiórów w jednostce czasu, znalazła również prędkie uznanie w Anglii i posiada już obszerną literaturę. Zdaje się, że zastosowanie kątów ujemnych przy skrawaniu wywoła nie mniejszą rewolucję w obróbce wirowej w najbliższych latach, jak zastosowanie swego czasu zamiast stali węglistej, stali szybkotnących, stellitów i wreszcie spieków twardych metali. Poza zwiększeniem wydajności skrawania, otrzymuje się odrazu niezwykłą gładkość obrabianych powierzchni („finish")

rys. 3



ostrze z ujemnym kątem natarcia

co przedtem było rzeczą nieosiągalną i wymagało dodatkowego szlifowania. Osiągnięte przy tym wyniki są kilkakrotnie większe niż przy użyciu zwyczajnych frezów, pracujących juz przy maksymalnej szybkości. Autorzy amerykańscy i angielscy nazywają frezowanie przy użyciu ostrzy ze spieków „hypermilling", przy czym zarówno kąt natarcia, jako też i kąt pochylenia linii śrubowej są ujemne (Rys. 1 i 3). (kąt γ = kąt natarcia, radical rake, kąt ψ = kąt pochylenia zęba, helical or axial rake). Wartości obydwu kątów nie przekraczają: —10^0. Można przyjąć, że szybkości skrawania są $\sim 10 \times$ większe jak przy zastosowaniu frezów ze stali szybko tnącej, posuwy zaś sześciokrotnie większe. Wzrost produkcji przy użyciu spieków i kątów ujemnych jest około czterokrotny. Kruchość spieków (karbidków wolframu i tytanu) była dotychczas jedną z przyczyn tak późnego zastosowania

ich w obróbce skrawającej, zwłaszcza przerywanej (frezowanie), gdzie występujące uderzenia tembardziej wpływają osłabiająco na kruche płytki ze spieków, nałożone (naspawane) na trzonek noża tokarskiego wzgl. zęby freza. W wypadku kątów dodatnich (Rys. 4), nacisk pochodzący od siły skrawającej działa bardzo blisko ostrza i wywołuje zginanie płytki ze spieków, przez co powstają w niej niebezpieczne naprężenia rozciągające. Przez wprowadzenie kątów ujemnych (Rys. 5) nacisk działa znacznie dalej od ostrza i wywołuje ciśnienie, na które spieki są odporne. Duże szybkości i posuwy

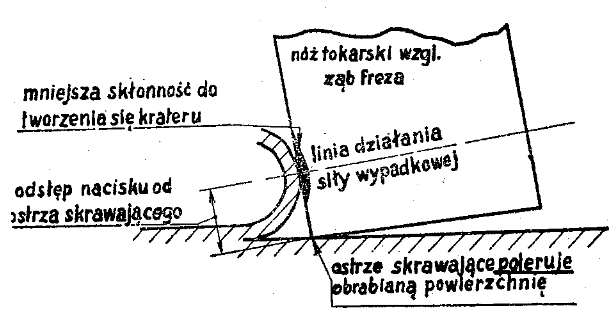
rys. 4



Praca ostrza z kątem dodatnim

powodują bardzo szybkie odpływanie wiórów z ciepłem w nich wytworzonem, wobec czego zarówno przedmiot obrabiany jak i nóż pozostają zimne. Skutkiem tarcia wióra występuje zjawisko powstawania „krateru" na narzędziu tnącym. Przy kątach ujemnych tendencja do tworzenia się krateru jest

rys. 5

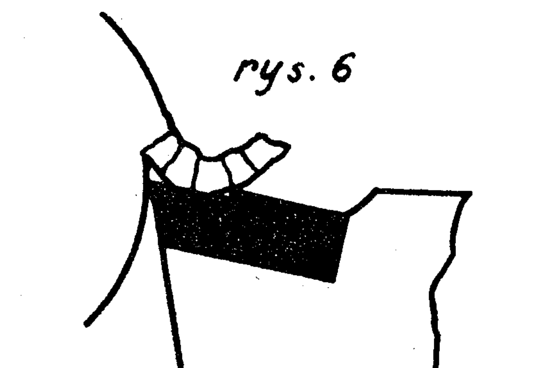


Praca ostrza z kątem ujemnym

znacznie mniejsza, niż przy kątach dodatnich, ponadto krater leży znacznie dalej od ostrza, co przyczynia się do wzmocnienia narzędzia i nie powoduje nabijania się roztartego materiału na ostrze (Rys. 4 i 5). Z powodu znacznie większej ilości zbieranych wiórów przy użyciu frezów o kątach ujemnych, należy na wrzeciono frezarki doprowadzić większą moc (niejednokrotnie wymieniając motor na silniejszy); z tego można wnioskować, że w miarę coraz szerszego stosowania narzędzi z kątami ujemnymi, konstrukcja obrabiarek ulegnie zmianom w kierunku zwiększenia ich wytrzymałości celem bezpiecznego wytrzymania większych sił działających na nie i zapewnienia im większej sztywności, celem niedopuszczenia do powstawania drgań, ujemnie wpływających na gładkość obrabianych powierzchni.

Jeżeli idzie o noże tokarskie winny one mieć t. zw. „łamacze wiórów" (Rys. 6) w tym celu, aby szybko spływający wiór wstęgowy nie zagra-

rys. 6



ostrze z łamaczem wióra

żał bezpieczeństwu pracujących. Przyużyciu narzędzi z kątami ujemnymi wióry są tak silnie rozgrzane (jasno białe), że wywołują wrażenie deszczu ognistego i padając na podłogę, świecą jasno przez kilka sekund. Zdumienie wywołuje fakt, że z wiórów tych po ostygnięciu można bez obawy skaleczenia się ulepić kulę jak ze śniegu, gdyż są zupełnie miękkie i spalone na tlenek. Ostatnio przeprowadzono obróbkę żeliwnych cylindrów motorów Diesla, która odbyła się 4 × szybciej, niż przy użyciu stali szybkotnącej a gładź cylindrów była tak doskonale obrobiona, że bez szlifowania i dogładzania można było przystąpić odrazu do montażu. Pomierzone nierówności profilometrem dały wielkości rzędu 10—20 mieroinch'ów (1 mieroinch $= \frac{1}{1.000.000 \text{ cala}}$).

Praca narzędziami o ujemnych kątach odbywa się przeważnie na sucho; stosując jednak chłodzenie winno ono być bardzo obfite, tak aby nie było częściowego tylko chłodzenia, częściowego zaś nagrzewania się ostrza — takie bowiem chłodzenie niekompletnie, wpływa ujemnie na trwałość narzędzia. Wielkość freza (ilość zebów) wynika z praktyki warsztatowej i równa się mniejwięcej dwukrotnej średnicy freza. podanej w calach minus „dwa" (np. dla freza o ⌀ 8", ilość zębów: 2 × 8 — — 2 = 14 zębów).

Wprowadzenie kątów ujemnych odbije się również na uchwytach i zamocowaniach; czas potrzebny na ich obsługę winien ulec redukcji, wobec silnego skrócenia czasu potrzebnego na obróbkę. Zatem uchwyty pneumatyczne łatwe do zaciskania i otwierania będą coraz bardziej się rozpowszechniać.

Rezultaty osiągnięte przy użyciu kątów ujemnych przy frezowaniu, zostały już opracowane

przez Stow. Inż. Mechaników Amerykańskich dla stali i aluminium; jako górną granicę prędkości skrawania podano tam 860 m/min dla stali i 6300 m/min dla aluminium.

WYKAZ LITERATURY:

1) Inż. Lesław Jabłoński — Mechanik 1946, Frezowanie narzędziami z ujemnymi kątami natarcia.
2) Cutting Tool Practice H. C. Town And D. Patter
3) Production Engineering Jig et Tool, Design. E. J. H. Janes
4) Modern Milling Practice, Edgar T. Westbury
5) American Machinist July 18, 1946 W. L. Sandham, Top Surface Speeds on tough alloys with negative-rake carbide tools.
6) Aircraft production April 1945, Negative rake machining
7) Aircraft Engineering January 1945, I. A. Holmest and K. c. Holloway, Negative Rake Milling.

Inż. ALFRED KONOPKA

FRONTEM DO RZEK, FRONTEM DO WISŁY

Posiadanie rzeki oddaje miastu nieocenione korzyści, rzeka nietylko dostarcza wody i zbiera nieczystości i ma znaczenie nietylko gospodarczo-handlowe jako droga wodna, ale do pewnego stopnia działa wychowawczo, rozwijając szlachetne sporty wodne. Rzeka umiejętnie uporządkowana to największe upiększenie miasta, miejsce najmilszych spacerów (np. park w Warszawie na wybrzeżu Kościuszkowskim na Powiślu), lecz w tym celu rzekę należy otoczyć opieką, której liczne miasta zachodu i środkowej Europy, a szczególnie ich dzielnice nadrzeczne zawdzięczają swe piękno. Przykładem poza Paryżem stare miasta nad Rodanem od Orange do Arignon, miasta nad Renem od Szafuzy i Bazylei do Kolonii, nad Łabą Drezno, Niśnia, Dziewin (Magdeburg), Merzeburg i Halle nad Salawą, nad Dunajem Ulm, Pasawa, Ratysbona, dalej Wiedeń i Budapeszt a także Berlin ze swym węzłem wodnym. U nas z uporządkowanymi rzekami mamy na pierwszym miejscu miasta nad Odrą, dalej Poznań i Bydgoszcz, natomiast gorzej przedstawia się Warszawa i do pewnego stopnia i Kraków. Niepozbawione naturalnego uroku, właśnie dzięki rzece, są bliski Warszawie Płock, dalej Toruń i jak sobie przypominamy także Wilno i Grodno, zaś Przemyśl nad Sanem może być przykładem umiejętnej troski władz miejskich o upiększenie pobrzeży. Niestety rzeka przynosić mcże i szkody, przed którymi miasta muszą być umiejętnie chronione. Na pierwsze miejsce występuje ochrona przed wielką wodą, a powodzie trafiają się nierzadko jako skutek błędnej regulacji, co np. było powodem zniszczenia Segedyna na Węgrzech w r. 1886; powodzie są groźne nie tylko dla nisko położonych dzielnic, często bowiem i w wyżej położonych dzielnicach woda spiętrzona w kanałach cofając się zalewa piwnice, używane w wielu domach jako składy towarów. Ale i „spokojne rzeki" mogą czasami czynić w mieście wielkie spustoszenia, przykładem Wilno, gdzie przed kilkunastu laty nagła powódź naruszyła bezpieczeństwo cennych budowli pamiątkowych.

Rzekę musi więc otoczyć opieką inżynier, a na obszarze miast bezwarunkowo także i architekt, aby umiejętnie wyzyskać piękno krajobrazu. Nieuporządkowana rzeka, niezabezpieczone i zaśmiecone pobrzeża są świadectwem zaniedbania i braku kultury; usuwanie tych braków na obszarze miast i wyzyskanie rzek dla pożytków i piękna to zadanie w pierwszym rzędzie władz miejskich.

Wartość rzeki jako drogi wodnej zależy przede wszystkim od jej położenia geograficznego, które trudno zmienić i od jej sprawności przewozowej, którą można ulepszyć i zwiększać. Korzyści jakie daje położenie nad handlowo-eksploatowaną drogą wodną rozumiały dobrze miasta zachodniej i środkowej Europy wiedząc, że komunikacja wodna jest bardzo ważnym czynnikiem ich rozwoju, nie szczędziły więc wysiłków aby drogę wodną mieszkańcom jak najlepiej technicznie udostępnić, uważając słusznie drogę wodną w obrębie miasta z portami i przystaniami za część miejskiego aparatu komunikacyjnego.

Panuje u nas ogólne choć nie całkiem słuszne przekonanie, że nie odczuwamy zbyt wielkiego sentymentu do wody, dlatego też nie umiemy należycie oceniać tego daru natury jakim są rzeki i nie staramy się, aby były należycie wykorzystane. Przeszło stuletnie rządy zaborców wybiły wyraźne piętno na gospodarce wodnej naszego kraju, nic więc dziwnego, że dwudziestoletni okres czasu od odrodzenia Państwa do ostatniej wojny nie mógł usunąć tych typowych różnic w stanie uporządkowania rzek, tak charakteryzujących kulturę gospodarczą zaborców. Różnice te występują najwyraźniej w dorzeczu Wisły, naszej największej rzeki, która przepływa przez wszystkie trzy dawne zabory.

Małopolski odcinek Wisły od Niepołomic w górę został dawno uregulowany, dalszy dawny graniczny odcinek do Zawichostu jest dość uporządkowany, choć nie zupełnie uregulowany, a jego prawobrzeżne Powiśle zmeliorowane, trzeci w b. Kongresówce, najdłuższy, bo liczący prawie 430 km, znajduje się w stanie przeważnie dzikim, wreszcie na dolnym odcinku Wisła jest uregulowana, a jej dolina zmeliorowana. Polska po r. 1918 obejmując środkowy obszar dawnych ziem polskich posiada całą Wisłę, która płynąc z południa na północ odwadnia siecią dopływów znaczną część kraju, łącząc stolicę Państwa z jednej strony z morzem, z drugiej z najcenniejszym ośrodkiem produkcji, z Zagłębiem śląskim. Wisła posiada więc wszelkie naturalne i handlowo-gospodarcze warunki doskonałej drogi wodnej, które niestety nie są należycie wyzyskane.

Przed r. 1914 żegluga towarowa na Wiśle środkowej była silnie rozwinięta, lecz mimo wówczas dużą zasobność tak społeczeństwa jak i organizacji przewozowych na całej Wiśle środkowej był tylko jeden jedyny port, w Warszawie na Solcu, na łasze czerniakowskiej, bez bocznicy kolejowej i bez jakichkolwiek urządzeń ułatwiających wyładunek. Ówczesne władze miejskie nie umiały zainteresować się Wisłą, choć w b. zaborze pruskim i polskie miasta rozumiały znaczenie komunikacji rzecznej (np. Poznań posiada od r. 1905 port na Warcie t. zw. „przeładownię miejską", zbudowaną przez ówczesny magistrat, podobnie jest w Bydgoszczy i Toruniu).

W krajach które osiągnęły wysoki poziom życia gospodarczego rząd i władze miejskie uznawały znaczenie dróg wodnych i portów jako ważnego czynnika wpływającego dodatnio na rozwój urbanizacji. W Rzeszy niemieckiej przed jej upadkiem było zasadą, że państwo reguluje rzeki, buduje drogi wodne, porty i schroniska, zaś budowa i utrzymanie obrzeży ładunkowych dla ruchu publicznego, portów handlowych, a więc dostępów do rzeki jest obowiązkiem samorządu a nie Państwa, podobnie jak troska o budowę na obszarze miasta ulic i dróg; również i w Belgii porty są przeważnie własnością miast i eksploatowane jako przedsiębiorstwa miejskie. We Francji Izby Handlowe otrzymały koncesje na budowę portów z urządzeniami mechanicznemi i składami, lecz roboty podstawowe wykonywało państwo. W ten sposób rozwinęła się organizacja tzw. portów autonomicznych, samowystarczalnych (Havre, Rouen i inne). W Małopolsce i b. zaborze rosyjskim porty na śródlądowych drogach wodnych były i są jak wiadomo własnością państwa. Wisła jako droga wodna prócz nieuregulowanych odcinków ma jeszcze i inne braki, mało portów i źle urządzone przystanie, ruch jednak na niej mimo tego wzrastał. Na przystaniach w Warszawie i w porcie handlowym (zbudowanym przez nas po r. 1919), wynosiły obroty towarowe na barkach i statkach:

w latach:	1911	1930	1933	1935	1936	1937	1938
tysięcy ton:	95,0	100,6	195,0	186,9	196,4	190,8	184,0

Do Krakowa w ostatnich latach przed wojną przychodził Wisłą z Gdyni i Gdańska ryż i inne towary zagraniczne a odchodziła głównie sól i soda na dolną Wisłę. Jednak przewoziliśmy wodą do r. 1938 pięć razy mniej niż Czechosłowacja, dwanaście razy mniej niż Francja, a nawet osiem razy mniej niż Finlandia. A jak wyglądał nasz budżet na drogi wodne w tym właśnie czasie, kiedy przewozy w Warszawie podwoiły się? W r. 1929/1930 wydano na Wisłę 20 milionów złotych, z czego połowę na Wisłę środkową.

A teraz cofnijmy się pamięcią wstecz. Prace dwudziestolecia 1919—1939 dzielą się na dwa okresy, okres 1919—1931 to pełna działalność Ministerstwa Robót Publicznych, jedynej naczelnej władzy wodnej, prawnej i technicznej, i na okres następny 1932—1939 t. j. od zniesienia tego Ministerstwa. I ten rok 1932 odbija się już ujemnie na postępie robót. Prof. Dr. Matakiewicz po objęciu z końcem r. 1929 teki Ministra Robót Publicznych wniósł na Sejm jako wniosek rządowy projekt ustawy o „Regulacji i użeglownieniu Wisły" oraz o „Budowie kanału Spytkowice-Kraków" i o „Utworzeniu funduszu regulacji". Niestety z powodu kryzysu, Rada Ministrów z końcem r. 1930 wycofała projekt tej ustawy z Sejmu, co skłoniło prof. Matakiewicza do ustąpienia. W r. 1932 zniesiono Ministerstwo Rob. Publ. i drogi wodne objęło Ministerstwo Komunikacji (Biuro Dróg Wod.), które nie okazywało zbytniego sentymentu do Wisły — typowym dowodem tego było zmniejszenie kredytów na drogi wodne, wynoszących

w latach	1929/30 . . .	28,3	milj. złotych
	1930/31 . . .	23,4	„ „
	1931/32 . . .	8,5	„ „
	1932/33 . . .	4,6	„ „
	1933/34 . . .	6,4	„ „

W r. 1938 przemawiając na Komisji budżetowej Sejmu dnia 28 stycznia Minister Komunikacji nie uznał potrzeby włączenia Wisły środkowej do ważnych inwestycyjnych zamierzeń Rządu (Monitor Polski Nr. 27 z dn. 4 lutego 1938 str. 3). Tymczasem potrzeby Wisły wzrastały jak również i przewozy, co jest też dowodem wybitnej żywotności żeglugi rzecznej, która doskonale przetrzymała kryzys.

Ale stan rzeki zaczął się stale pogarszać i pogarsza się, mimo ogromne wysiłki kolegów pracujących nad Wisłą.

Lecz zdaje się, że brak środków nie jest jedynym powodem małego rozmiaru dotychczasowych wysiłków; do tego zaniedbania rzeki przyczyniła się także i obojętność społeczeństwa może dlatego, że zrozumienie konieczności porządkowania Wisły nie przeniknęło jeszcze głęboko w nasze ugrupowania społeczne.

Po zniesieniu Ministerstwa Robót Publicznych otworzono nowy urząd t. zw. Fundusz Pracy, aby zatrudnić pracowników w robotach celowych. Reklamując zadania tego funduszu wysunięto hasło „frontem do morza", które wprost zelektryzowało całą Polskę, a w związku z tym i drugie hasło „frontem do Wisły", podjęte z zapałem przez całe społeczeństwo, szczególnie przez ludność całego Powiśla aż po Tczew. Na licznych zebraniach oświadczali przedstawiciele rolnictwa i miast nadwiślańskich gotowość dostarczania bezinteresownie materiałów i pracy do robót regulacyjnych. Był to pierwszy rok działalności Funduszu Pracy, więc entuzjazm nikogo nie dziwił, ale jak zresztą często się to zdarza, nie umiano jakoś w tym funduszu wykorzystać tego zapału, zresztą w zimie rzucano inne hasło, wprawdzie cichsze ale energiczniej realizowane „frontem do dróg", zapominając o Wiśle, która już w lipcu następnego roku sama się przypomniała szerząc straszne spustoszenie. Sprawozdanie Funduszu Pracy, który wydał hasło „Frontem do Wisły" wykazało, że w r. 1933/34 fundusz ten zużył 50 milionów złotych, z czego na szosy 15 milionów, na melioracje 5 milionów, na drogi wodne tylko 2,35 miliona, a w tej kwocie na regulację Wisły aż niecałe 750 tys. O Wiśle pamiętał tylko

„Kurier Warszawski" ogłaszając w r. 1934 kilka artykułów G. Gorzkiego pod tytułem „Frontem do rzek" i „Nawrót ku Wiśle", w których skarży się, porównując rzeki zachodnie z naszymi; uregulowana rzeka — jak pisze — to najwyższe świadectwo kultury kraju, a artykuł o Wiśle kończy słowami: „O Wisłę trzeba dbać i na Wisłę trzeba łożyć, trzeba ją kochać i cenić".

Na zakończenie moich uwag powrócimy do Krakowa. Z końcem XIX i z początkiem XX wieku władze miejskie lękając się słusznie, że postanowione wówczas obwałowanie Wisły powyżej Krakowa zwiększy w mieście niebezpieczeństwo powodzi zwróciły rządowi uwagę, na konieczność wykonania odpowiednich robót ochronnych w obrębie miasta. Lecz dopiero po powodzi w r. 1903, która poczyniła wielkie spustoszenia kulminując 12. VII na poziomie + 452 cm, co odpowiada obecnemu stanowi + 952 cm, rząd austriacki pod naciskiem ówczesnego Prezydenta Miasta i Prezesa Koła Polskiego w Wiedniu zarządził w jesieni 1903 r. studia terenowe i opracowanie projektu robót ochronnych, zaznaczając, że wobec historycznego i handlowego znaczenia Krakowa miasto winno uzyskać bezwzględną pewność zabezpieczenia przed powodzią, projekt musi być więc oparty na tak wielkiej wodzie, jaka nie będzie nigdy przekroczona. Do Wiednia wysłano w r. 1907 dwa projekty, jeden rządowy, opracowany w departamencie wodnym Namiestnictwa, drugi własny projekt Magistratu opracowany przez prof. Sikorskiego, oparty na ominięciu zakola pod Wawelem przekopem w Dębnikach. Roboty zostały wykonane, znamy je, a związano je z przewidzianą kanalizacją Wisły pod Krakowem, któ ej jeszcze nie wykonano. Znaczną część kosztów robót ochronnych pokryło miasto. Wspominając o tych robotach trudno pominąć nazwisko dawnego prezydenta miasta Dr. Juliusza Leo, i dyrektora budownictwa miejskiego inż. Andrzeja Kłeczka oraz zmarłego niedawno prof. inż. Jana Czerwińskiego, którzy współdziałali przy realizacji pow. robót.

Również nawiązując do obchodzonego w tym roku 70-letniego jubileuszu Krak. Tow. Techn. należy podreślić jako jeden z przejawów jego wszechstronnej działalności gdy chodziło o sprawy techniczne, publiczne, szczególniej zaś dotyczące Krakowa, że tak na zebraniach członków w dyskusji po odn. referatach, jak i przez wystosowanie memoriałów do decydujących czynników przez szereg lat pilnowano sprawy zabezpieczenia Krakowa przed powodzią i realizacji wszelkich spraw z tym związanych łącznie z projektowanymi drogami wodnymi. Przypominam przy tym, że omawiając niejednokrotnie ogólny plan pełnych robót ustalono, że dalsze roboty uzupełniające, mające na celu dojazdy do bulwarów z ulic, architektoniczne wykształcanie bulwarów od strony lądu i terenów za bulwarami (np. placu na Groblach), w sposób odpowiadający charakterowi miasta, oraz miejsc spacerowych wzdłuż Wisły będą już rzeczą Władz Miejskich. Niestety pobrzeża wiślane jak i sama Wisła w mieście przedstawiają obecnie smutny widok. Miasto powinno również nacisnąć Wład e rządowe aby jak najszybciej przystąpiono do budowy tak ważnych także i dla miasta jazów w Dąbiu i Bielanach.

Mając na uwadze, że Kraków jest nietylko stolicą Województwa, ale był, jest i pozostanie duchową stolicą Polski łatwo zrozumieć, że uporządkowanie pobrzeży Wisły w obrębie Krakowa jest sprawą bardzo pilną i ważną, więc studia w tym kierunku winny być podjęte bezzwłocznie, a należy przy tym pamiętać, że śródlądowe porty handlowe i punkty przeładunkowe są w obrębie miasta częścią ogólnych miejskich urządzeń komunikacyjnych

Prof. Dr. Inż. A. LANGROD

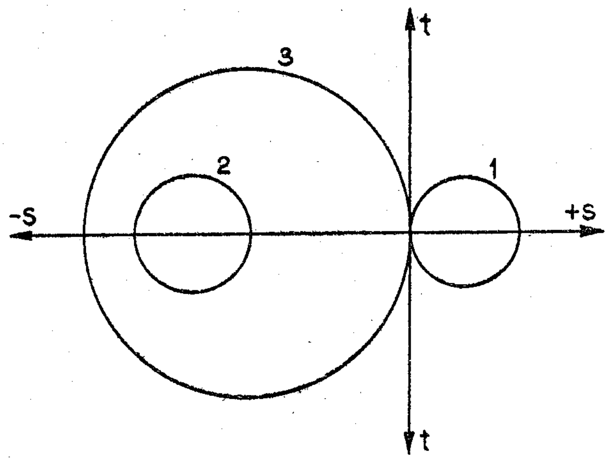
O HIPOTEZACH WYTĘŻENIA

(dalszy ciąg artykułu zamieszczonego w Nr 9—10 1947)

Voigt podaje 3 stany napięcia, w których wystąpiło wytężenie, a mianowicie przekroczona została granica wytrzymałości badanych tworzyw. Na rys. 7. podane są koła Mohra, odpowiadające tym stanom napięcia, przy czym nie idzie o ścisłą wielkość tych kół lecz o dwa następujące fakty. Koło 1, odpowiadające prostemu rozciąganiu w zwykłej atmosferze ma tę samą średnicę co koło 2, odpowiadające doświadczeniu w sprężonej atmosferze, w którym powierzchniowy nacisk w jednym kierunku był mniejszy od obu równych nacisków powierzchniowych w pozostałych dwóch kierunkach. Następnie koło 3, odpowiadające zwykłemu ściskaniu w zwykłej atmosferze obejmuje koło 2. Voigt podnosi, że w tym przypadku wszystkie te 3 koła nie mogą mieć wspólnej stycznej, jak tego wymaga hipoteza Coulomb-Mohra. Przy tym Voigt podnosi: „Jeżeli kogoś teoretycznymi wyobrażeniami nieuprzedzonego zapytamy, czy doświadczenia wytrzymałościowe, wykonane w atmosferach o różnym ciśnieniu, dadzą różne wyniki, to otrzymamy prawie zawsze następującą odpowiedź: „Z a p r a w d ę n i e; gdyż wszechstronny równomierny nacisk zmienia p r a w i e n i e d o s t r z e g a l n i e gęstość preparatów, dlaczego miałaby się przezeń w y t r z y m a ł o ś ć wybitnie zmienić?". Jednak w rzeczywistości tak nie jest, gdyż pod wszechstronnym naciskiem kruche tworzywa zachowują się jak plastyczne. Świadczą o tym plastyczne odkształcenia skał pod działaniem sił geologicznych i n. p. doświadczenia Kármána z bryłami piaskowca i marmuru, w których występowały wybitne odkształcenia plastyczne. Ponadto, gdyby wytrzymałość tworzywa badanego w sprężonej atmosferze nie doznawała zmiany, to koło 3 musiałoby mieć tę samą średnicę co koło 2. Gdyż w tym

przypadku możnaby zastąpić s_3 przez $s'_3 = s_3 - s_1$, s_2 przez $s'_2 = s_2 - s_1$, s_1 przez $s'_1 = 0$.

Dla przypadku wszechstronnego równomiernego rozciągania mamy z rów. 2. ... $s_{red} = 0$, tak jak w przypadku wszechstronnego równomiernego ściskania. Zatem według hipotezy I tworzywo w obu



Rys. 7

tych skrajnych przypadkach nie może doznać wytężenia. Ten wynik hipotezy jest praktycznie wystarczająco zgodny z rzeczywistością w przypadku wszechstronnego równomiernego ściskania, natomiast zupełnie niezgodny w przypadku wszechstronnego równomiernego rozciągania. Z rów. 1., odpowiadającego hipotezie całkowitej energii odkształcenia, mamy dla obu powyższych skrajnych przypadków $s_{red} = s\ 3(1 - 2\,m) =$ ok. $1{,}5\ s$. Zatem ta hipoteza może być zgodną z rzeczywistością w przypadku wszechstronnego równomiernego rozciągania, natomiast jest zupełnie niezgodną w przypadku wszechstronnego równomiernego ściskania. Z tego powodu prof. Huber podał swą hipotezę prof. Föpplowi, która przez niego przeszła do wiadomości zagranicy, w następującej formie: Jeżeli wskutek obciążenia objętość doznaje wzrostu, t. zn. jeżeli $s_1 + s_2 + s_3 > 0$, miarę wytężenia stanowi całkowita energia odkształcenia, natomiast jeżeli objętość doznaje zmniejszenia, t. zn. jeżeli $s_1 + s_2 + s_3 < 0$, miarę wytężenia stanowi tylko energia odkształcenia postaciowego. Według tak sformułowanej hipotezy energia odkształcenia postaciowego nie jest miarą wytężenia nawet w przypadku prostego, t. j. jednokierunkowego rozciągania, w którym $s_1 + s_2 + s_3 = s$. Granicę ważności obu tych energii jako miary wytężenia stanowi przypadek skręcania, w którym według rów. 1. ... $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = 1{,}61$ a według rów. 2. $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = 1{,}73$. Zatem w tym technicznie ważnym przypadku, który służy jako jeden z głównych sprawdzianów hipotez, mamy dwie różne miary wytężenia i powstaje wątpliwość, która jest ważna. Przeto tak sformułowana hipoteza nie może odpowiadać rzeczywistości ani stanowić praktycznej reguły technicznej.

To też prof. Huber odstąpił od w powyższy sposób sformułowanej hipotezy i powrócił do swej pierwotnej idei, przyjmując energię odkształcenia postaciowego jako miarę wytężenia bez ustalenia granicy ważności tej hipotezy.

Prof. Klębowski sprawdzał hipotezę energii odkształcenia postaciowego z wynikami pomiarów wykonanymi z okazji próby wodnej walczaka kotłowego („Potwierdzenie „hipotezy energii postaciowej“ w praktyce inżyniera dozoru kotłów“, Technika cieplna, 1934 r.). W tym przypadku dwukierunkowego stanu napięcia wytężenie (granica płynności) zostało przekroczone przy następujących naprężeniach:

$$s_1 = 1017\ \text{kg/cm}^2,\quad s_2 = 0,\quad s_3 = -1260\ \text{kg/cm}^2$$

$$\text{a}\ s_{nieb} = 1800\ \text{kg/cm}^2.$$

Największe z mierzonych trwałych wydłużeń obwodów walczaka wynosiło 0,6 %, znacznie więcej niż odpowiada górnej granicy płynności. Według hipotezy energii odkształcenia postaciowego mamy w tym przypadku

$$s_{red} = \sqrt{s_1^2 + s_3^2 - s_1 s_3} = 1970\ \text{kg/cm}^2 > s_{nieb}.$$

Według zaś hipotezy Coulomb-Mohra mamy

$$s_{red} = s_1 - s_3 = 2277\ \text{kg/cm}^2 > s_{nieb}.$$

Według „Din“ granica płynności stali zdatnej do spawania w ogniu powinna wynosić conajmniej 1900 kg/cm² a granica płynności użytej blachy nie była próbą stwierdzona lecz przyjęta według zaleceń Dr. Jamroza w ówczesnej Komisji Kotłowej. Pod ręką mam protokół odbioru 172 blach o wytrzymałości 38—44 kg/mm². Według prób tych blach kotłowych, wykonanych przez Biuro „Veritas“, wydłużenie waha się od 26 do 32 % a granica płynności od 23 do 31 kg/mm². Z tego widzimy o wiele wyższą może być granica płynności od przyjętej przez prof. Klębowskiego lub ustalonej przez „Din“ jako minimalnej. Próba kotła z blachy, której granica płynności nie była badana, nie może służyć za sprawdzian hipotezy wytrzymałościowej.

W przypadku płaskiego stanu napięcia, kiedy w układzie trzech osi do siebie prostopadłych x, y i z jest $s_x = s$, $s_y = s_z = 0$, $t_{xy} = t$, $t_{yz} = t_{zx} = 0$, mamy z hipotezy I

$$\frac{s^2}{s^2_{nieb}} + \frac{t^2}{t^2_{nieb}} = 1 \qquad (6)$$

Równanie to przedstawia eliptyczny związek między s i t. To samo równanie otrzymujemy z hipotezy II, zakładając tak jak przy hipotezie I, że $s'_{nieb} = s_{nieb}$ oraz, że obwiednia mm jest prostą. Jednak według hipotezy I stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = 1{,}73$ a według hipotezy II przy powyższych założeniach $= 2$.

Z powyższych rozważań wynika, że hipoteza Coulomb-Mohra nie zasługuje na zlekceważenie lecz raczej na dalsze doświadczalne badania, przy tym przede wszystkim należałoby bezspornie stwierdzić, czy a ewentualnie w jakiej mierze średnie naprężenie główne ma wpływ na wytężenie.

Dotychczas bodaj najwięcej światła rzucają na tę sprawę doświadczenia W. Lode'go, wykonane w zakładzie mechaniki stosowanej uniwersytetu w Getyndze. Doświadczeniom poddano rury o średnicy wewnętrznej 25 do 27 mm i grubości ścianki od 1,6 do 0,6 mm ze stali, miedzi i niklu. (W. Lode, „Versuche über den Einfluss der mittleren Hauptspannung auf das Fliessen der Metalle Eisen, Kupfer und Nickel", Zeitschrift für Physik, 1926 r. str. 913). Rury były rozciągane przy jednoczesnym wewnętrznym nacisku hydraulicznym. Stosując różne wartości siły rozciągającej i nacisku hydraulicznego, osiągano różne trójkierunkowe stany napięcia od prostego rozciągania do prostego ściskania. Ponieważ można przyjąć, że w zakresie wielkości sił, odpowiadających tym stanom napięcia na granicy płynności, wszechstronny nacisk hydrostatyczny nie wpływa na wytężenie, dopuszczalne jest zastąpienie naprężeń głównych rzeczywistych s_1 przez $s_1 - s_3$, s_2 przez $s_2 - s_3$ a s_3 przez $s_3 - s_3$ przy wyciąganiu wniosków z doświadczeń. W ten sposób każdy z badanych trójkierunkowych stanów napięcia jest sprowadzony do dwukierunkowego o naprężeniach głównych $s'_1 = s_1 - s_3$, $s'_2 = s_2 - s_3$, $s'_3 = 0$. Gdyby zatem średnie naprężenie główne w rzeczywistości nie miały wpływu na wytężenie, to naprężenie s'_1 na granicy płynności byłoby równe naprężeniu s_{nieb}, stwierdzonemu przy prostym rozciąganiu, w którym $s'_2 = 0$. Zatem stosunek $\frac{s_1 - s_3}{s_{nieb}}$ określa wpływ naprężenia średniego $s_2 - s_3$ na wytężenie. Określając związek między tym stosunkiem a naprężeniem średnim, zastąpiono to naprężenie przez stosunek

$$y = 2\,\frac{s_2 - s_3}{s_1 - s_3} - 1$$

(Uwzględniając brak czcionek greckich w wielu drukarniach, zastąpiłem rozpowszechnione i stosowane w omawianej rozprawie znakowanie literami greckimi literami łacińskimi). Dla prostego rozciągania ($s_2 = s_3$), $y = -1$; dla prostego ścinanania (skręcania, $s_2 = 0$, $s_1 = -s_3$), $y = 0$, dla prostego ściskania ($s_2 = s_1$), $y = +1$. Oznaczając naprężenie s'_1 na granicy płynności przy danym stanie napięcia przez S_{nieb}, szukamy związku między stosunkiem

$$\frac{S_{nieb}}{s_{nieb}} \text{ a liczbą } y = 2\,\frac{s'_2}{S_{nieb}} - 1 .$$

Powyższe ujęcie sprawy jest prawidłowe i korzystne, jednak aby wnioski z doświadczeń były prawidłowe, koniecznym jest spełnienie następujących warunków:

1. Wartości s_{nieb} i S_{nieb} powinny być stwierdzone przy tym samym wewnętrznym ustroju tworzywa.

2. Wewnętrzny ustrój tworzywa powinien być możliwie jednolity, quasiisotropowy.

Trwałe odkształcenie powoduje zmianę wewnętrznego ustroju tworzywa, którą możemy nazwać zesztywnieniem (Verfestigung), gdyż siła potrzebna do dalszego odkształcenia wzrasta z wielkością poprzedniego odkształcenia, wskutek czego po każdej przerwie obciążania i ponownym obciążaniu granica płynności jest wyższa. W tworzywach miękkich, n. p. w miedzi, granica płynności nie występuje, gdy tworzywo znajdujące się początkowo w stanie pierwotnym, jest odkształcane w sposób ciągły aż do granicy wytrzymałości. Natomiast przy tworzywach zesztywnionych przez poprzednie odkształcanie, granica płynności po przerwie i następnym wznowieniu doświadczenia występuje wyraźniej i może być wystarczająco ściśle określona przez przedłużenie linii, odpowiadającej odkształceniom plastycznym.

W omawianych doświadczeniach, doświadczenie z każdą rurą przerywano i wznawiano wielokrotnie, przy czym w każdym z tych doświadczeń częściowych wydłużenie obwodowe dochodziło do ok. 1 %. Każdemu doświadczeniu częściowemu odpowiadała z reguły inna wartość liczby y. Mniej więcej połowa z doświadczeń częściowych była wykonana przy $y = -1$, co odpowiada prostemu rozciąganiu. Z wykresów tych doświadczeń częściowych znajdowano drogą interpolacji wykreślnej wykres całkowity dla prostego rozciągania. Z wykresu każdego doświadczenia częściowego określano S_{nieb} a z linii interpolacyjnej, odpowiadającej $y = -1$, określano odnośną wartość s_{nieb}. Z tych obu wartości określano stosunek $\frac{S_{nieb}}{s_{nieb}}$. W ten sposób spełniono pierwszy z wyżej wspomnianych dwóch warunków. Okoliczność, że każde doświadczenie częściowe odpowiadało tworzywu w innym stopniu zesztywnionemu a zatem jakby innemu tworzywu, nie przeszkadza stwierdzeniu, czy średnie naprężenie główne ma wpływ na wytężenie. Jeżeli zaś w rzeczywistości do tworzyw plastycznych w ogóle odnosi się ten sam warunek wystąpienia wytężenia, to w powyższy sposób określony związek między $\frac{S_{nieb}}{s_{nieb}}$ i y może służyć do sprawdzenia hipotez. Gorzej przedstawia się sprawa z drugim z obu wyżej wspomnianych warunków, gdyż plastyczne odkształcenie i spowodowane tym zesztywnienie występuje najpierw w jednym miejscu i dopiero w dalszym przebiegu odkształcania rozchodzi się w całym obciążonym ciele. Wskutek tego tworzywo w poszczególnych doświadczeniach częściowych nie jest quasiisotropowe.

Z wniosków wyciągniętych przez Lode'go z tych doświadczeń interesują nas dwa następujące:

1. Przy małych wydłużeniach zachowują się ciała żelazne tak, jak gdyby w pierwotnym stanie tworzywa osiągały granicę płynności według hipotezy największego naprężenia stycznego a dopiero przez plastyczne odkształcenie tworzywa warunek wystąpienia granicy płynności dojrzewa do hipotezy energii odkształcenia postaciowego.

W okresie między stanem tworzywa, dla którego ważną jest hipoteza pierwsza, a stanem, dla którego ważną jest hipoteza druga, tworzywo nie znajduje się w stanie quasiisotropowym i dlatego z zachowania się tworzywa w tym okresie nie można wyciągnąć wniosku odnośnie warunku plastyczności.

2. Przy wydłużeniach ponad 2% do co najmniej 12%, quasiisotropowym cząstkom ciała odpowiada warunek plastyczności z dokładnością do ok. 3% zgodny z hipotezą energii odkształcenia postaciowego.

Technicznie ważną granicą niebezpieczną jest jednak granica płynności pierwotnego tworzywa, przy której wydłużenie nigdy nie przekracza 0,2% a przeważnie jest mniejsze.

Mniemam, że te wnioski, podając zakresy ważności obu hipotez, idą za daleko. Te doskonale pomyślane i wykonane doświadczenia miały na celu stwierdzenie, czy średnie naprężenie główne ma wpływ na granicę płynności i wnioski powinny zawierać tylko odpowiedź na to pytanie. Na podstawie takich wniosków można następnie oprzeć przypuszczenie co do ważności i ewentualnie zakresów ważności obu hipotez. Sądzę, że następujący bezpośredni wniosek z powyższych doświadczeń jest właściwy.

1. Przy małych wydłużeniach, przy których tworzywo nie doznało jeszcze zesztywnienia lub zesztywnienie jest tak nieznaczne, iż z praktycznie wystarczającą dokładnością można przyjąć, że pierwotny ustrój tworzywa nie doznał zmiany, średnie naprężenie główne nie ma wpływu na granicę płynności, określoną w wykresie największego naprężenia głównego w zależności od wydłużenia, mierzonego w kierunku tego naprężenia, punktem przecięcia przedłużonych odcinków linii naprężenia, odpowiadających wydłużeniom sprężystym i plastycznym.

2. Po większych wydłużeniach, przez które tworzywo doznało wyraźnego zesztywnienia, wpływ średniego naprężenia głównego na w powyższy sposób określoną granicę płynności jest widoczny.

3. Po wydłużeniach przekraczających pewną granicę, wynoszącą od 2 do 12%, wpływ średniego naprężenia głównego na granicę płynności dochodzi prawie do wielkości, wynikającej z hipotezy energii odkształcenia postaciowego.

Dla nauki o wytrzymałości tworzyw przede wszystkim ważny jest pierwszy z powyższych wniosków, gdyż w tej nauce zakłada się, że na granicy płynności wewnętrzny ustrój tworzywa nie doznał jeszcze zmiany i że dopiero od tej granicy rozpoczyna się zesztywnienie, które wzmaga się z dalszym wydłużaniem. Drugi i trzeci wniosek mogą być przedmiotem zainteresowania technologii mechanicznej. Tylko w przypadkach rzadkich, w których przy wyrobie przedmiotów technicznych stal była poddana zimnej obróbce bez następnego wyżarzenia w celu znormalizowania, tworzywo jest zesztywnione i do niego nie odnosi się wniosek 1. lecz 2. lub 3. N. p. zginanie blach w stanie zimnym stosuje się przy wyrobie walczaków kotłowych, których często ze względu na trudności wskutek ich wielkich wymiarów nie wyżarza się po wyrobie. Przeważnie w tym przypadku zesztywnienie tworzywa jest nieznaczne i na ogół nieszkodliwe. Jednak niekiedy jest wystarczające, aby spowodować starzenie się blachy, która z biegiem czasu staje się co raz bardziej krucha. Granica płynności zesztywnionej blachy jest wyższa niż znormalizowanej, co należy mieć na uwadze przy wyciąganiu wniosków z badań kotłowych.

Skoro w doświadczeniach Lode'go wpływ średniego naprężenia głównego na granicę płynności nigdy nie był większy od wynikającego z hipotezy energii odkształcenia postaciowego, zbadajmy ten wpływ według tej hipotezy jako graniczny. Sprowadzając, tak jak to uczynił Lode, trójkierunkowy stan napięcia do dwukierunkowego, mamy z powyższej hipotezy

$$s_{nieb} = \sqrt{s'^2_1 + s'^2_2 - s'_1 s'_2} \qquad (7)$$

przy czym według powyżej podanych oznaczeń

$$s'_1 = S_{nieb} \quad \text{a} \quad s'_2 = \frac{y+1}{2} S_{nieb}$$

Wstawiając te wartości w powyższym równaniu, otrzymujemy

$$\frac{S_{nieb}}{s_{nieb}} = \frac{2}{\sqrt{3 + y^2}}$$

Z tego równania mamy:

dla prostego ściskania: $y = 1$, $\frac{S_{nieb}}{s_{nieb}} = 1$

„ „ skręcania: $y = 0$, „ $= 1{,}155$

„ „ rozciągania: $y = -1$, „ $= 1$.

Zatem różnica $S_{nieb} - s_{nieb}$, spowodowana działaniem sredniego naprężenia głównego, ma wartość największą przy skręcaniu, przy którym wynosi $15{,}5\,\%\, s_{nieb}$. Przy wszelkich innych pośrednich stanach napięcia różnica ta jest mniejsza.

Dla tworzyw plastycznych o jednakich wartościach naprężenia na granicy płynności przy ściskaniu i rozciąganiu mamy dla wszystkich stanów napięcia między tymi skrajnymi i z nimi włącznie według hipotezy największego naprężenia stycznego i jej odmiany Coulomb-Mohra

$$s_{nieb} = s'_1 = S_{nieb} \qquad (8)$$

Zatem uwzględniając, że w tym zakresie stanów napięcia wszechstronny nacisk hydrostatyczny nie ma wpływu na wytężenie, i zastępując naprężenia s_1, s_2, s_3 przez różnice naprężeń s'_1, s'_2 i $s'_3 = 0$, które nazwijmy naprężeniami pozahydrostatycznymi, hipoteza największego naprężenia stycznego opiewa podobnie jak najstarsza hipoteza wytężenia, t. j. hipoteza największego naprężenia głównego, a mianowicie:

Miarą wytężenia jest największe naprężenie główne pozahydrostatyczne.

Uwzględniając, że według powyższych doświadczeń, przy obciążaniu przedmiotów ze znormalizowanego tworzywa plastycznego aż do obecnymi normami określonej granicy płynności, wpływ średniego naprężenia głównego na osiągnięcie tej granicy nie ujawnia się, że gdyby nawet tworzywo już przy tej granicy wykazywało pewien stopień

zesztywnienia, to przecież wpływ ten byłby nieznaczny i że nie uwzględniając tego ewentualnego wpływu w obliczeniach wytrzymałościowych mamy większą pewność ich niezawodności, sądzę, że nawet rezygnując z wyobrażeniowej zalety hipotezy największego odkształcenia stycznego, wyjaśniającej cały szereg zjawisk, jako regułę techniczną bez podkładu hipotetycznego zaleca się stosować nie równanie 7. lecz daleko prostsze rów. 8.

Jednak wniosek ten dotyczy tworzyw, dla których w przybliżeniu można przyjąć tę samą wartość naprężenia na granicy płynności przy ściskaniu i rozciąganiu. Granica płynności przy ściskaniu jest jeszcze mniej ściśle określona niż przy rozciąganiu i jeszcze więcej od wysokości próbki zależna niż przy rozciąganiu od długości próbki. Toteż w praktyce odbiorczej granica płynności przy ściskaniu nie jest badana, lecz w wystarczającym przybliżeniu można przyjąć, że quasi isotropowe tworzywa plastyczne powyższemu warunkowi odpowiadają i takie tworzywa były badane przez Lode'go. Odmiennie od tworzyw plastycznych zachowują się tworzywa kruche, pod którymi rozumiemy tworzywa, których granica wytrzymałości występuje przy stosunkowo bardzo małym odkształceniu, a granica płynności jeszcze mniej ściśle daje się określić niż tworzyw plastycznych. Z tego powodu przyjmuje się dla tworzyw kruchych granicę doraźnej wytrzymałości jako granicę niebezpieczną, a ta jest dla tych tworzyw znacznie większą przy ściskaniu niż przy rozciąganiu.

Nie mamy doświadczeń odnośnie wpływu średniego naprężenia głównego na wytężenie tworzyw kruchych, a równania 7. i 8., oparte na warunku $s_{nieb} = s'_{nieb}$, nie mogą odnosić się do tych tworzyw. Na razie nie pozostaje nic innego, jak w obliczeniach wytrzymałościowych przedmiotów z tworzyw kruchych, jak z żeliwa, z twardej zahartowanej stali i kamienia, stosować rów. 4. wynikające z hipotezy Coulomb-Mohra.

Jednak powyższe wnioski odnoszą się tylko do przypadków jednostajnego stanu napięcia w całym przekroju niebezpiecznym, a do nich nie należą tak ważne przypadki obciążenia, jak zginanie i skręcanie. W tych przypadkach odkształcenie tworzywa w różnych punktach przekroju niebezpiecznego jest różne, co powoduje, że poszczególne elementy tworzywa utrudniają sobie wzajemnie odkształcenie, jakiego doznałyby pod działaniem naprężeń, gdyby nie były ze sobą połączone. To powoduje podwyższenie w jakikolwiek sposób przyjętej granicy niebezpiecznej. Przy tym to podwyższenie jest zależne od kształtu i wymiarów przekroju niebezpiecznego. Niestety nie mamy pod tym względem dostatecznych wskazówek, opartych na badaniach teoretycznych i doświadczalnych a konstruktor radzi sobie, badając wypadki w ruchu i zwały złomu w warsztatach naprawczych.

Powyższe rozważania potwierdzają na początku przytoczone słowa prof. Hubera, że omawiane zagadnienie nie zostało dotychczas rozwiązane nawet w sposób wystarczający dla potrzeb praktyki technicznej.

M. T. HUBER

NA MARGINESIE ROZPRAWY PROF. DR. INŻ. A. LANGRODA

O HIPOTEZACH WYTĘŻENIA

Motto: *Amicus Plato sed magis amica Veritas*

Jednym z głównych celów obszernych wywodów rozprawy wymienionej jest wykazanie rzekomej wyższości t. zw. hipotezy M o h r a (nazywanej niegdyś nawet szumnie teorią) nad innymi hipotezami wytrzymałościowymi, a więc i nad hipotezą energii odkształcenia postaciowego, zaproponowaną już w r. 1904 dla metali niekruchych. Prof. Langrod idzie więc śmiało przeciw prądowi ogarniającemu od ćwierćwiecza cały świat techniczno-naukowy i deklaruje się najwyraźniej jako wyznawca hipotezy Mohra, chociaż ta hipoteza, sprowadzająca się dla metali niekruchych do dawnej hipotezy C o u l o m b a, wznowionej z końcem ubiegłego stulecia przez G u e s t a, traci nawet w Niemczech, ojczyźnie Mohra coraz więcej zwolenników.

Nicby w tym nie było groźnego, wobec tego, że dobrze pamiętam te dawne czasy, kiedy pierwsze badania doświadczalne w Anglii (Guest, Williams, Scoble) zdawały się nieźle zgadzać z hipotezą największego naprężenia stycznego wynikającą z koncepcji Mohra. To było powodem, że w moich wykładach w Politechnice Lwowskiej stawiałem przez szereg lat na równi wartość praktyczną obu hipotez w zastosowaniu do metali niekruchych. Ale z biegiem czasu pojawiły się począwszy od r. 1919 (F. B. S e e l y i W. I. P u t n a m) i 1925/26 (R o s i E i c h i n g e r) prace doświadczalne (z nich przytacza prof. Langrod tylko prace niemieckie L o d e g o i E n s s l i n a), które wszystkie niemal wraz z najnowszymi wykonanymi w Japonii w r. 1940 popierają najwyraźniej raczej hipotezę energii odkształcenia postaciowego.

Skoro więc prof. L. zdecydował się bronić koncepcji Mohra, zaszczepionej Mu prawdopodobnie w okresie studiów w Politechnice Wiedeńskiej, to winien był zapoznać się gruntownie z pracami wymienionymi i nie polegać tylko na sprytnej obronie własnej Mohra przed najzupełniej słuszną krytyką W. V o i g t a. Toteż wypada tylko ubolewać nad decyzją ogłoszenia drukiem poglądów w sprawach znaczenia podstawowego dla mechaniki technicznej bez starannego zbadania dorobku międzynarodowego w tej dziedzinie z ćwierćwiecza minionego. Nie wymieniam tych prac tutaj odsyłając Czytelników do mojego obszernego wykładu tegorocznego na ten temat na „Kursie wakacyjnym"

Politechniki Gdańskiej, który wyjdzie drukiem po Nowym Roku.

Ale co gorsze, w wywodach naszego Autora, jako profesora akademickiego, znajdujemy obok paru pięknych rozważań ogólnych przyrodniczo-naukowych szczegóły grożące zagmatwaniem pojęć podstawowych niezbędnych do zrozumienia przez studentów zasad nauki o wytrzymałości. W tym tkwi główna przyczyna, która mnie skłoniła do zabrania głosu.

Prof. L. używa bowiem wyrazu „wytężenie" w znaczeniu odmiennym od tego, które odpowiada niemieckiemu „Anstrengung" np. w dziełach Föpplów, ojca i obu synów. Co więcej, prof. L. nie definiuje wyraźnie tego co nazywa „wytężeniem", ubolewając zarazem, że „definicji pojęcia wytężenia brak zupełnie naukowej ścisłości" (!)

Widocznie daremny był mój trud zakomunikowania w liście okolicznościowym do prof. L. definicji poprawnej i przyjętej przez przodujących inżynierów-badaczy, skoro po przytoczeniu tak tej, definicji jak i niemal jej równoważnej definicji fizykalnej prof. Klębowskiego, próbuje oprzeć „naukowo ścisłą definicję wytężenia" na.. „granicy płynności". Przytoczywszy zaś w ciągu dalszym znane umowne określenie ilościowe tej granicy*) w odniesieniu do metali wypowiada zdanie następujące: „Przy badaniu wytężenia obciążonego przedmiotu zakładamy, że gdy w pewnym punkcie tworzywa**) przedmiotu występuje „wytężenie, to i cały przedmiot doznał wytężenia". (Podkreślenia moje). Z tego, oraz z dalszych wywodów wynika niedwuznacznie, że prof. L. nazywa wytężeniem fakt fizykalny pojawienia się w pewnym miejscu odkształceń niesprężystych, podczas gdy w pojmowaniu powszechnie przyjętym wytężenie określa tylko niebezpieczeństwo pojawienia się odkształceń niesprężnych w rozpatrywanym miejscu ciała obciążonego w zależności od stanu napięcia w tymże miejscu. Tak zwane hipotezy wytrzymałościowe podają postać matematyczną tej zależności, czyli określają miarę (wielkość) wytężenia. Ponieważ w najprostszym przypadku rozciągania może być tą miarą wartość naprężenia σ, przeto w przypadkach złożonych oblicza się z danych składowych stanu napięcia przy pomocy obranej hipotezy naprężenie sprowadzone σ_{red}, które określa tak samo wytężenie w przypadku złożonym, jak σ w przypadku prostym.

To też zupełnie niezrozumiałe jest dalsze zdanie prof. L. „Nieznamy przebiegów wewnętrznych powodujących wytężenie tworzywa, w jakikolwiek sposób określamy to pojęcie" i t. d.

Nie wydaje mi się, aby wykazywanie dalszych niejasności i niekonsekwencji w rozprawie prof. L., gmatwających sprawę, zamiast ją rozjaśniać, było potrzebne, wobec obszernych wywodów objektywnych jakie Czytelnicy znajdą w mojej zapowiedzianej publikacji. Na jedno tylko muszę już tutaj zwrócić uwagę. Oto właśnie najsłabszy punkt hipotezy Mohra przemówił, jak się zdaje, do prof. L. jako argument na korzyść hipotezy, gdyż według poglądu Mohra pęknięcie winno zachodzić wogóle w płaszczyźnie naprężenia stycznego skombinowanego z odpowiednim naprężeniem normalnym w sposób nieznany, którego wykrycie Mohr pozostawia badaniom doświadczalnym.

Tymczasem faktem znanym każdemu pracownikowi w laboratorium wytrzymałościowym jest to, że w materiale praktycznie izotropowym jest pęknięcie z reguły prostopadłe do jednego z naprężeń głównych („Trennungsbruch"-Prandtla-pęknięcie rozdzielcze), a pęknięcie poślizgowe („Gleitungsbruch"-Prandtla) występuje z reguły tylko w kształtach, lub materiałach praktycznie anizotropowych (Ob. np. „Plasticity" Nádai'a). Już w pismach niemieckich koryfeusza mechaniki technicznej Augusta Föppl'a można wyczuć między wierszami sceptycyzm w odniesieniu do hipotezy Mohra, miarkowany solidarnością narodową. Wielu niemieckich inżynierów-badaczy ostatniej doby toleruje hipotezę Mohra z tych samych pobudek.

Wielka szkoda, że prof. L. nie dający się przekonać swemu koledze krakowskiemu prof. Klębowskiemu, nie zwrócił się do prof. Burzyńskiego lub do mnie, gdyż nie wątpię, że przy swoich walorach naukowych w innej dziedzinie dałby się przekonać, iż hipoteza Mohra jest w trzech czwartych przynajmniej płodem poronionym, a hipotezy niezmiennikowe, lub, jak kto woli, energetyczne, nie mając pretensji do zupełnego rozwiązania węzła gordyjskiego na jaki przyroda zawiązała sprawy spójności i wytrzymałości, dają przynajmniej reguły praktyczne w wielu zagadnieniach czyniące zupełnie zadość wymogom techniki współczesnej, jeżeli się ograniczymy do obliczenia pewności przeciw pojawieniu się odkształceń trwałych w konstrukcjach metalowych (poza żeliwem). A tylko takie obliczenie można wykonać z dokładnością wymaganą przez technikę współczesną.

* To niewolnicze tłumaczenie niemieckiej Fliessgrenze na „granicę płynności" tak się zagnieździło wśród naszych inżynierów że nie pomogła powzięta przed 20 laty uchwała Komisji P. K. N. w Warszawie (brałem w niej udział wraz z prof. Broszką i śp. prof. Mierzejewskim), aby ten niefortunny termin niemiecki zastąpić granicą plastyczności, co do tego czasu wprowadziłem w moich wykładach. Co dziwniejsza, wpływ techniki niemieckiej nowoczesnej na francuską okazał się tak silny, że inżynierowie francuscy, którzy mówili dawniej o praktycznej granicy sprężystości (limite apparente de l'élasticité) stosują teraz dosłowny przekład terminu niemieckiego (limite d'écoulement) psując przez to tradycję naukową, która ograniczała bardziej uchwytny teoretycznie obszar odkształceń sprężystych od kapryśnego obszaru odkształceń plastycznych.

** Z terminem „tworzywo" wprowadzonym niegdyś przez Komitet Redakcyjny I wydania podręcznika „Technik" w Warszawie, zamiast odwiecznego materiału, walczę prawie od lat 40 z poparciem naszych najwybitniejszych polonistów, o czym świadczy mój artykuł zeszłoroczny w „Języku Polskim" i w kilku pismach technicznych. Dotychczas rdzenni Krakowianie znali tylko „tworzywo literackie" i materiał techniczny.

ANTONI WIERZBICKI — Inż. Leśn.

NIEKTÓRE WIADOMOŚCI O DREWNIE „WARSTWOWYM"

(dalszy ciąg artykułu zamieszczonego w Nr 9—10 1947)

III.

O WŁASNOŚCIACH TECHNICZNYCH I STOSOWANIU DREWNA „WARSTWOWEGO"

Dalszy ciąg niniejszego opracowania jest oparty, poza autorami na początku przytoczonymi, na publikacjach: Bittner'a, Brenner'a, Vorreiter'a, Ylinen'a oraz — w języku polskim — inż. Krzywobłockiego.

Techniczne własności rozpatrywanego materiału wynikają wprost z zasad jego budowy i wykonania. Sklejanie bowiem cienkich lub bardzo cienkich warstw fornierów przy pomocy sztucznej żywicy (niekiedy — innym klejem), wywołuje specyficzne cechy fizyczne i określone własności wytrzymałościowe.

Na te własności wpływa nie tylko grubość warstw oraz ich układ, ale i rodzaj stosowanego kleju. Np. użycie kleju kazeinowego wywoła pewien spadek wytrzymałości. To samo dotyczy innych klejów, a żaden z dotychczas stosowanych nie przekroczył, o ile wiadomo, korzystnych własności kleju, typu bakelitowego.

Wiadomo, że np. wytrzymałość na rozerwanie (nawet w kierunku poprzecznym), na ściskanie, zginanie statyczne zależy ściśle od grubości sklejanych warstw fornierów, obniżając się ze wzrostem tej grubości. Klejenie bardzo cienkich fornierów, poniżej 0,5 mm, wywołuje przeto wzrost wytrzymałości drewna „warstwowego" (zwłaszcza, na ściskanie i zginanie statyczne).

Poniżej w tab. 1. niektóre wyniki badań wg. Kraemer'a. Drewno „warstwowe" bukowe:

Tab. 1.

Grub. warstw mm	Cięż. obj. g/cm²	Wytrzymałość na ścisk. kg/cm²	Wytrzymałość na rozerw. kg/cm²	Wytrzym. na zgin. stat. kg/cm²
2	0,65—0,75	700—800	800—1350	1200—1450
0,8	0,70—0,80	750—900	1000—1700	1350—1600
0,5	0,75—0,85	800—1000	1300—1850	1400—1800
0,25	0,85—0,95	900—1100	1400—1750	1500—2000
zwykły buk	0,60—0,77	500—700	500—1450	850—1400

Z tych liczb można również wnioskować o różnicach wytrzymałościowych zwyczajnego drewna i drewna „warstwowego" bukowego.

Tab. 2.

Grub.warstw mm	Cięż. obj. g/cm²	Wytrzymałość na ścisk. kg/cm²	Wytrzmałość na rozerw. kg/cm²	Wytrzym. na zgin. stat. kg/cm²
1,5	0,71	825	1250	1500
0,4	0,85	975	1675	1775
0,1	1,10	1325	1750	1850
Lignofol	1,37	—	1900	2875

Wg. innych badań tegoż autora, różnice wytrzymałości zależnie od grubości warstw fornierów, występują jeszcze dobitniej: (tab. 2).

Inne wielkości, jak np. wytrzymałość na ścinanie, moduł sprężystości, również wzrastają im cieńsze są warstwy fornieru.

Liczby wytrzymałościowe dla tego materiału, podawane przez poszczególnych autorów, różnią się zależnie od cech badanego materiału. Np. Kraemer przytacza niekiedy bardzo wysokie wyniki badań wytrzymałości na rozerwanie wzdłuż włókien. Interesująca jest zależność tej wytrzymałości od grubości fornierów.

Wyniosła ona w liczbach stosunkowych, przy kleju bakelitowym:

100 — przy grub. fornieru 1,3 mm
122 — „ „ „ 0,5 mm
168 — „ „ „ 0,1—0,2 mm

Liczby te wiążą się z dodatnim działaniem kleju na tkankę drzewną przez wnikanie kleju, spotęgowanym gdy wzrasta ilość spoin klejowych, t.j. gdy używamy większej liczby cieńszych oklein. Wg. Brenner'a nawet powleczenie pojedynczych fornierów klejem, zwiększało ich wytrzymałość na rozerwanie o ca 30%.

Od grubości warstw zależy nie tylko wytrzymałość, ale i wodoodporność materiału. Ta ostatnia zależy również od rodzaju kleju, który wpływa na moc klejenia, a przez nasycenie tkanki drzewnej — na jej wodoodporność.

Znaczenie praktyczne ma nietylko t. zw. moc klejenia, czyli wytrzymałość na ścięcie spoiny klejowej, zależna zresztą również od wytrzymałości tkanki drzewnej, ale także — wzajemny stosunek mocy klejenia, badanej na mokro i na sucho.

Przy porównywaniu mocy klejów różnych ro-

dzajów, otrzymujemy wg. cytowanego autora dla sklejek brzozowych w kg/cm²:

Klej	Moc klejenia na sucho	po 48 h w wodzie	iloraz: na mokro / na sucho
kazeinowy	38	15	40%
albuminowy . . .	42	33	78%
kauritowy	48	39	81%
błona bakelit. . .	49	38	78%

Zatem, moc kleju kazeinowego, przy badaniu na sucho, może być o 23%, a kleju albuminowego o 15% niższa od mocy kleju bakelitowego. Na mokro zaś (po moczeniu przez 48 h w wodzie), odpowiednie odsetki wyniosły w tym wypadku: 60% i 13%. Kleje ze sztucznych żywic mogą dosięgać w stanie mokrym nawet 85% wytrzymałości sklejenia w stanie suchym.

Można wnioskować, że klej kazeinowy najmniej się nadaje, wobec szczególnie słabej wodoodporności t. j. rozpuszczalności kleju, a albuminowy — wykazuje znaczną wodoodporność. Klej kauritowy posiada podobne własności jak błona bakelitowa (nawet w tym wypadku wykazał nieco korzystniejszy stosunek mocy klejenia w stanie mokrym do mocy w stanie suchym niż bakelit).

Jednak, wskutek innych korzystnych własności, błona bakelitowa uchodzi za klej najlepszy.

Klej albuminowy, pomimo znacznie lepszej wodoodporności od kazeiny, jest szczególnie nieodporny na działanie grzybów (pleśni) i bakterii, stanowiąc dla nich pożywkę.

Wg. badań firmy Th. Goldschmidt — Essen, zniszczenie kleju przez grzyby w pewnych warunkach i spadek mocy klejenia do zera, może nastąpić dla kleju albuminowego już w ciągu 2 tygodni, dla kazeinowego — po upływie ca 7 tygodni. Klej bakelitowy jest zupełnie odporny i nie podlega starzeniu się wskutek działania grzybów i bakterii. Starzenie się kleju może być wywołane również przez czynniki chemiczne, np. przez niszczące działanie alkalii zawartych w klejach na tkankę drzewną i — osłabienie drewna. Daje się to zauważyć w postaci spadku wytrzymałości na ścinanie przy badaniu mocy klejenia sklejki, przechowywanej nawet w normalnych warunkach i dotyczy np. sklejki kazeinowej, a zwłaszcza — albuminowej (Krzywobłocki).

Sklejka nie tylko sklejona ale nasycona bakelitem, co wiąże się również z wielkością stosowanego w prasie ciśnienia, wykazuje najwyższą wodoodporność. W danym wypadku (Kraemer), stosunek mocy klejenia sklejki przesyconej bakelitem przy badaniu na mokro i na sucho, wyniósł 80%; zatem strata mocy klejenia w stanie mokrym sklejki wynosi tylko ca 10%. Wymiana wilgoci i wynikające odkształcenia są w takim materiale ograniczone, a wodoodporność można jeszcze zwiększyć przez impregnację, czyli pokrycie sklejki także zzewnątrz warstwą bakelitu, lakieru, oleju do ochrony drewna, tkaniny bawełnianej lub folii metalowej.

Impregnacja fornierów przez zanurzenie ich przed sklejeniem w sztucznej żywicy — ma duże znaczenie dla hygroskopijności i wodoodporności materiału.

Grubość warstw fornieru i jakość kleju, stopień nasycenia i wypełnienia nim drewna, wyznaczają wielostronnie cechy drewna „warstwowego", na które również wpływa sposób dodatkowej ochrony zewnętrznych powierzchni materiału przed działaniem wilgoci.

Drewno „warstwowe" — zwykłe (albo normalne) niezgęszczone

Do interesujących cech tego materiału — skrót niemiecki SCH-T, można zaliczyć ciężar objętościowy, zawartość wody i zachowanie się względem wody, wreszcie — własności wytrzymałościowe i elastyczne.

C i ę ż a r o b j ę t o ś c i o w y zwykłego (niezgęszczonego specjalnie) drewna „warstwowego" wynosi 0,60—0,95 (wg. norm niemieckich — max. 0,95), zatem może być wyższy niż ciężar objętościowy drewna zwykłego o ca 50%, z powodu udziału kleju bakelitowego o ciężarze objętościowym 1,25—1,35 oraz — pewnego jednak zgęszczenia sprasowanego drewna.

Ciężar objętościowy zależy zatem od stopnia sprasowania, grubości warstw, rodzaju i ilości wprowadzonego kleju oraz stopnia przesycenia fornierów klejem.

Ilorazy wytrzymałości przez ciężar objętościowy wypadają najkorzystniej dla ilości 20—30 warstw fornieru na 10 mm ogólnej grubości materiału. Za tem, przy grubości warstw w granicach 0,2—0,3 mm otrzymuje się maxymalne, t. j. najkorzystniejsze ilorazy wytrzymałości na ściskanie, rozerwanie i zginanie, przez ciężar objętościowy.

Uzyskuje się wtedy materiał najlepszy pod względem użytkowym; tylko jego wodoodporność jest tym lepsza, im warstwy fornieru są cieńsze.

Z a w a r t o ś ć w o d y gotowego materiału wynosi ca 4—7%, wobec wilgotności sklejanych fornierów przy klejeniu błoną 7—10%. Ubytek wody następuje wskutek wysokiej temperatury klejenia w gorących prasach, przy stosowaniu kleju suchego w postaci błony.

Przy stosowaniu bakelitowych klejów płynnych, wilgotność sklejanych fornierów musi być mniejsza (co może prowadzić do ich przesuszania), jest to jedna z przesłanek na korzyść błony klejącej.

W ł a s n o ś c i h y g r o s k o p i j n e drewna „warstwowego" są korzystne. Materiał ten wchłania znacznie mniej wody niż zwykłe drewno i nieznacznie się odkształca (kilkakrotnie mniej w %% pierwotnych wymiarów niż zwykłe drewno), przyczym przy wysychaniu nie pęka. Pobieranie wody w czasie moczenia i pewne spęcznienie ograniczają się przeważnie do bocznych krawędzi próbki. Wilgoć może bowiem wnikać z bocznych powierzchni materiału tylko pomiędzy warstwami kleju, a nie przez jego warstwy.

Badania nad chłonnością wody, po moczeniu próbek w ciągu 50 h, wykazały:

Drewno „warstwowe":

brzozowe — wchłonięcie wody — 8%
bukowe — „ „ — ca 9%

Drewno zwykłe:

brzozowe — wchłonięcie wody — ca 43%
bukowe — „ „ — ca 38,5%
jesionowe — „ „ — ca 21%

Badania nad pęcznieniem w wodzie, po moczeniu próbek w ciągu 50 h:

Drewno „warstwowe":

brzozowe — spęcznienie { na grub. — ca 2%; na szer. — ca 0,2% }
bukowe — „ na grub. — ca 1%

Drewno zwykłe:

brzozowe — spęcznienie { na grub. — ca 5%; na szer. — ca 6,5% }
bukowe — „ { na grub. — ca 6%; na szer. — ca 3,5% }
jesionowe — „ { na grub. — ca 2,5%; na szer. — ca 1% }

Liczby te (na podstawie Bittner'a) potwierdzają poprzednie uwagi.

Wymiary handlowe drewna „warstwowego":
np. grub. — 6, 10, 12, 16, 25, 40 mm,
szer. — 400, 600, 900 mm,
dług. — 1,200, 2,400, 3,000, 4,800, 6,000 mm (i więcej).

Pozostaje rozpatrzyć niektóre własności wytrzymałościowe (dane niemieckie) drewna „warstwowego".

a) **Wytrzymałość na ściskanie: kg/cm²**

Równolegle do włókien. Drewno „warstwowe": buk — 700—1200 (i więcej).

Średnio: dla warstw grub. ca 1,5 mm — ca 850
ca 0,5 mm — ca 900
ca 0,25 mm — ca 1000

Drewno zwykłe: buk — ca 600
brzoza — ca 700
jesion — ca 600.

Prostopadle do włókien. Drewno „warstwowe": buk — ca 550
brzoza — ca 550
(brzoza fińska 600).

Drewno zwykłe: jesion — ca 100
brzoza — ca 90
(brzoza fińska 85).

Wytrzymałość na ściskanie, zarówno wzdłuż jak w poprzek włókien, przewyższa wytrzymałość drewna zwykłego, szczególnie w poprzek włókien.

b) **Wytrzymałość ua rozerwanie: kg/cm²**

Równolegle do włókien. Drewno „warstwowe": buk — 1000—2000.

Średnio: dla warstw grub. ca 1,5 mm — ca 1300
ca 0,5 mm — ca 1500
ca 0,25 mm — ca 1700

Drewno zwykłe: buk — ca 1400
jesion — ca 1330
brzoza — 1360 (fińska).

Prostopadle do włókien. Drewno „warstwowe": buk — ca 200
brzoza — ca 400

Drewno zwykłe: buk — ca 100
brzoza — ca 75.

Wytrzymałość na rozerwanie wzdłuż włókien może być w drewnie „warstwowym" niemal taka sama, a niekiedy znacznie wyższa, niż w drewnie zwykłym. Wytrzymałość w poprzek włókien jest wyraźnie wzmożona i może być przy drewnie bukowym, dwukrotnie a przy brzozowym — pięciokrotnie wyższa niż dla zwykłego materiału drzewnego.

Sklejki o budowie zwyczajnej — dwukierunkowej, nie mają tak znacznej wytrzymałości jednokierunkowej na rozerwanie, jak rozpatrywane przeważająco — jednokierunkowe drewno „warstwowe".

c) **Wytrzymałość na zginanie statyczne: kg/cm²**

Równolegle do włókien. Drewno „warstwowe": buk — 1300—2200

Średnio: dla warstw grub. ca 1,5 mm — ca 1500
ca 0,5 mm — ca 1700
ca 0,25 mm — ca 1650

Drewno zwykłe: buk — ca 1300
brzoza — ca 1400
(brzoza fińska — 1300)
jesion — ca 1250

Prostopadle do włókien.

Drewno „warstwowe": buk — ca 360
brzoza — ca 550

Drewno zwykłe: buk — ca 120
brzoza — ca 100.

Wnioski analogiczne jak przy poprzednich rozważaniach.

Porównanie innych własności, jak np. modułu sprężystości lub wytrzymałości na skręcenie, wykazałoby również różnice na korzyść drewna „warstwowego".

Tab. 3. jest opracowana na podstawie badań obcych (niem., fińskich) i zawiera porównanie głównych cech dwóch róznych materiałów „warstwowych".

Tab. 3. (R — równolegle, P — prostopadle)

Drewno „warstwowe"		niem., bukowe	fińskie, brzozowe
Grubość fornieru . . .	mm	1,50—0,25	0,20—0 30
Ciężar objętościowy .	g/cm^3	0,70—0,94	0,9
Wilgotność	%	5,0—7,5	—
Wytrzym. na ścisk. . .	kg/cm^2	700—1200	R—1250 P—600
Wytrzym. na rozerw. .	kg/cm^2	1000—2000	1300
Wytrzym. na zgin. stat.	kg/cm^2	1300—2200	2100
Moduł sprężystości . .	kg/cm^2	150,000—170,000	—
Wytrzym. na ścięcie .	kg/cm^2	120—190	170
Chłonność wody po moczeniu 48 h	%	46—18	mocz. 24 h 8

Tab. 4.

a) **Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm^2**

Wzdłuż włókien			Stycznie			Promieniowo		
Stwierdzono		Obliczono	Stwierdzono		Obliczono	Stwierdzono		Obliczono
Wilg. u %	kg/cm^2	Przy wilgot. 15 %	Wilg. u %	kg/cm^2	Przy wilgot. 15 %	Wilg. u %	kg/cm^2	Przy wilgot. 15 %
5,5	1087	623	5,3	369	208	6,0	330	196

b) **Wytrzymałość na rozerwanie w kg/cm^2**

Stwierdzone		Obliczone przy wilgotności 15%
wilgotność u %	kg/cm^2	
7,7	1970	1537

c) **Wytrzymałość na zginanie statyczne w kg/cm^2**

h — stycznie			h — promieniowe		
Stwierdzone		Obliczone przy wilgotności 15 %	Stwierdzone		Obliczone przy wilgotności 15 %
wilg. u %	kg/cm^2		wilg. u %	kg/cm^2	
6,2	1760	1219	6,3	17,34	1205

Moduł sprężystości E w kg/cm^2 — 187.000

Tab. 5. W — wytrzymałość.

Rodzaj drewna	Jego stan	Równolegle do włókien			Prostopadle do włókien		
		W — ścisk. / ciężar obj.	W — rozer. / ciężar obj.	W — zgin. / ciężar obj.	W — ścisk. / ciężar obj.	W — rozer. / ciężar obj.	W — zgin. / ciężar obj.
Buk	zwykłe	10,5	20,5	21,0	1,3	1,1	1,5
	„warstw."	11,5	12,5	22,0	5,4	3,8	5,5
Brzoza	zwykłe	9,2	21,5	20,0	—	1,5	3,1
	„warstw."	14,4	13,7	23,5	5,8	2,3	3,8

Tab. 4. zawiera wyniki badań drewna „warstwowego" pochodzenia niemieckiego, dokonanych przez dr. inż. T. Perkitnego, Kierownika Laboratorium Kontrolnego przy Państwowej Fabryce Sklejek w Bydgoszczy i Stacji Inst. Badawczego Leśnictwa — tamże.

Materiał badany: drewno warstwowe bukowe, klejone bakelitem i kauritem wzdłuż włókien (bez warstw poprzecznych). Grubość pojedynczych warstw: ca 0,53 mm oraz 1,35—1,45 mm. Ciężar objętościowy: przy wilgotności 0%—0,82 g/cm³, przy wilgotności 15%—0,85 g/cm³.

Z tych liczb (tab. 5) wynika, że rozpatrywane ilorazy („liczby jakości"), zwłaszcza przy działaniu siły prostopadle do włókien, są znacznie wyższe dla drewna „warstwowego" niż dla — zwykłego. Wyjątek zachodzi tylko przy wytrzymałości na rozerwanie równolegle do włókien.

Tab. 6. zawiera wreszcie porównanie, wyrażone w % %, niektórych innych własności wytrzymałościowych drewna zwykłego oraz — „warstwowego" (wg. Brenner'a).

Materiał o cięż. objęt. 0,77—1,35 i wilgotności 5,3%—8,7% badano na ściskanie, rozerwanie i ścinanie. Zbliżonych do niemieckich i potwierdzających ie rezultatów badań, nie przytaczamy z braku miejsca (zwłaszcza, że wszystkie tablice są opracowane w miarach niemetrycznych).

W kwestii absorbcji wody — również te same wnioski: im materiał jest bardziej zgęszczony, sprasowany i więcej wypełniony sztuczną żywicą, tym mniej jest hygroskopijny. Dla materiałów uszlachetnionych, eksponowanych na wpływy atmosferyczne odpowiednia zewnętrzna warstwa ochronna (z substancji wodoszczelnych) jest konieczna. Niemniej, drewno „warstwowe" o ciężarze objętościowym ca 1,35, a nawet 1,45 (materiał specjalnie zgęszczony), o warstwach nasyconych bakelitem, przedstawia znaczną wodoodporność.

Narazie, nie posiadamy dalszych, szczegółowych wiadomości o rozwoju produkcji i cechach drewna „warstwowego" w St. Zj. A. P., gdzie omawiane sprawy zostały nieco później niż w Niemczech opracowywane.

Tab. 6.

	%	R %	P %	%	R %	P %
Ciężar objętościowy g/cm³	+ 45			+ 49		
Wilgotność . . . . %	— 35			— 35		
Wytrzym. na ściskanie kg/cm²		+ 125			+ 64	+ 500
Wytrzym na rozerw. kg/cm²		— 7,9	+ 115		— 7,3	+ 410
Wytrzym. na zginanie kg/cm²		+ 69	+ 200		+ 57	+ 450
Moduł sprężystości . kg/cm²		+ 23	+ 278		+ 34	+ 728
		b u k			b r z o z a	

Przytoczone liczby wyrażają o ile procent niektóre własności drewna „warstwowego" mogą być wyższe (lepsze) od tych-e własności zwykłego drewna.

———

Badania półn.-amerykańskie, prowadzone przez Oddział Przemysłu Drzewnego Amerykańskiego Towarzystwa Inżynierów Mechaników w 1939 r. potwierdzają wyniki badań wyżej przytoczonych.

Wg. Perry'ego (1943 r.) były tam uwzględniane czynniki zmienne, jak: grubość warstw fornierów, rodzaje drewna (brzoza, topola żółta, drewno gumowe), różne ciśnienia w prasie, ilość warstw błony klejącej (jedna do trzech), przebieg warstw (podłużne — poprzeczne),

Badając, w różnych kombinacjach, wpływ tych zmiennych na własności materiału, porównywano wzajemnie otrzymany materiał o jednakowej gęstości, z różnych rodzajów drewna. Zastanawiano się nad sposobami ustalania pewnych cech wytrzymałościowych w celu stosowania tego materiału dla różnych konstrukcji. Wreszcie porównywano własności drewna zgęszczonego „warstwowego", oraz drewna zgęszczonego zwykłego.

Drewno „warstwowe" specjalnie zgęszczone

Oprócz normalnego drewna „warstwowego", wyrabiane są materiały drzewne „warstwowe" zgęszczone, t. j. specjalnie zgniatane w gorącej prasie hydraulicznej. Zatem nie przy pomocy ciśnienia na płycie prasy — max. 30 kg/cm², ale wielokrotnie większych (jak podają: do 300 kg/cm², zazwyczaj — ca 200 kg/cm²).

Te materiały można podzielić na trzy grupy: A, B, C.

A — warstwy fornierów — prawie wyłącznie jednokierunkowe. 10—15 % fornierów może być pod kątem 90° — (skrót niem. PSCH).

B — warstwy fornierów naprzemian pod kątem 90° (jak w zwykłych sklejkach), (skrót niem. PSP).

C — warstwy fornierów następują po sobie pod kątem 30—15° (gwiaździsto) — skrót niem. PSN).

Zatem, materiał A — jest klejony jak zwykłe drewno „warstwowe", posiada dużą wytrzymałość

na rozerwanie wzdłuż włókien, na zginanie statyczne oraz na uderzenie prostopadle do włókien.

Materiał B — posiada wyrównanie wytrzymałości dwukierunkowe. Natomiast materiał C — ujawnia dalej idące wyrównanie wytrzymałości — różnokierunkowe, co pozwala na używanie go do wyrobu cichobieżnych kół zębatych i in. części maszyn.

W Niemczech w 1942 r. były 2 zakłady produkujące omawiane tworzywo pod nazwą „Lignofol" i „OBN-Festholz" (jednocześnie, 8 zakładów wyrabiało drewno „warstwowe" zwykłe, niezgęszczone, a wszystkich fabryk sklejek wraz z Austrią było 115, co dowodziło b. silnego rozwoju przemysłu dyktowego).

Ten materiał składa się zatem z licznych warstw fornierów, najczęściej bukowych, sklejonych pod dużym ciśnieniem w prasie hydraulicznej i jest nasiąknięty do pewnego stopnia sztuczną żywicą, której udział wynosi wagowo 8—12%. Normy niemieckie (DIN 7701) określają 8% zawartości żywicy jako obowiązujące minimum.

Nasiąknięcie żywicą (i sklejenie), może być przy pomocy zanurzania w ciekłej sztucznej żywicy (bakelicie), wówczas jest połączone z przesyceniem tkanki drzewnej, którego stopień zależy od grubości zastosowanych warstw fornierów, bądź sklejenie odbywa się przy pomocy błony klejącej.

Wraz ze wzrostem zawartości sztucznej żywicy, wzrasta twardość materiału, wytrzymałość na (ściskanie) oraz odporność na pęcznienie w wodzie i działanie chemikalii.

———

Wymiary handlowe: „Lignofol" jednokierunkowy A, grubość — od 20 mm w zwyż, długość × szerokość 1000—1400 (do 10.000) mm × 600 mm; „Lignofol" gwiaździsty C, grubość do 150 mm, długość × szerokość ca 600 × 250 mm.

———

Główne cechy to: znaczna gęstość (większa o ca 40—50% od gęstości drewna zwykłego), równomierna budowa (struktura), znaczna wytrzymałość, duża twardość, nieznaczna ścieralność, małe pęcznienie w wodzie i mała odkształcalność, odporność na działanie alkoholi, eterów, olejów, kwasów i in. (badano w temperat. 20—100° C), wreszcie — stosunkowo nieznaczna palność.

C i ę ż a r o b j ę t o ś c i o w y materiałów A, B, C jest w granicach 1,10—1,25—1,40 (zatem do 1,400 kg/m³).

Badania nad zachowaniem się Lignofolu zanurzonego w wodzie (próbki 10 × 20 × 20 mm przy t — 21° C) charakteryzują jego wodoodporność.

C h ł o n n o ś ć w o d y, po:

50 h — ca 7%, 100 h — ca 10%,
200 h — ca 14%, 300 h — ca 17%,
400 h — ca 19%, 500 h — ca 20%.

Wg innych danych:

Tab. 7.

Chłonność wody w %%	Materiał A (Lignofol L)	Materiał C (Lignofol Z)
Po 1 dniu zanurzenia	3,3—5,2	4,8—10,6
Po 4 dniach „	9,5—11,5	17,0—19,8
Po 7 dniach „	12,5—16,2	19,6—22,9

Dla materiału „OBO-Festholz" wyniki badań nad wchłanianiem wody są niższe, dla materiału — korzystniejsze. W tab. 8. przytoczymy jeszcze niem. normy techniczne dla rozpatrywanego materiału, z których wynika, że stawiają nieco większe wymagania wodoodporności niż wskazane dla Lignofolu w tab. 7., zwłaszcza dla materiału typu C.

P ę c z n i e n i e — krótkotrwałe zanurzenie wywołuje tylko nieznaczne pęcznienie, a po 4 dniach zanurzenia, spęcznienie wyniosło: równolegle do włókien max. 0,21%, prostopadle do warstw — max. 35,7%.

W ł a s n o ś c i w y t r z y m a ł o ś c i o w e:

Niżej zamieszczona tablica podaje niektóre własności materiałów A, B, C wg. minimalnych norm niem. Można stąd wnioskować co do podwyższenia tych własności w porównaniu ze zwykłym drewnem „warstwowym".

Tab. 8.

C e c h y b a d a n e		Mat. A	Mat. B	Mat. C
Wytrzym. na ściskanie kg/cm²	Prostopadle do warstw	1,100—1,300	2,400—2,800	1,800—2,000
	Równolegle do warstw	1,000—1,100	850—1,200	800—1,100
Wytrzym. na rozerwanie kg/cm²		1,600—2,000	1,000—1,200	800—1,050
Wytrzym. na zgin. stat. kg/cm²		1,800—2,500	1,250—1,800	1,200—1,700
Moduł sprężyst. 10³ kg/cm²	Prostopadle do warstw	180— 190	110— 125	80— 100
Twardość kg/cm²	Prostopadle do warstw	1,000—2,000	1,000—1,600	900—1,600
Chłonność wody w %% normalnej wagi: %				
po 1 dniu zanurzenia		5	5	6,5
po 4 dniach „		7	7	9,5
po 7 dniach „		8	8	10,5

Warto przytoczyć, że w 1941 r. „Forest Product Laboratory“ opracowywało nowy, b. interesujący sposób nasycania fornierów, w stanie mokrym lub wysuszonych, przy pomocy sztucznych żywic nisko polimeryzowanych, zamiast dotychczasowych, wysoko polimeryzowanych. Te nowe żywice mają tendencję przenikania przez ściany komórek drzewnych, zmniejszając ich wodo-chłonność. Otrzymano materiał o wysokich własnościach fizycznych.

Proces ten może odbywać się bez stosowania tak znacznych ciśnień jak dotychczas, przy czym osiągnięto większe zgęszczenie materiału.

W końcu można wymienić nowe badania amerykańskie (i niemieckie) nad impregnacją tkanki drzewnej przy pomocy ligniny i hemicelulozy drewna. Chodzi o doprowadzenie drewna do stanu „zżelatynowania“ celem otrzymania, przy udziale gorąca i ciśnienia, drewna plastycznego w postaci fornierów, płyt i itp. elementów (vide również — Kollmann, „Holz als R. u. W.“ 1942 r. 1, str. 9).

Na tym kończymy dane i zestawienia liczbowe o niektórych cechach fizycznych i technicznych drewna „warstwowego“. Wobec rozległości tematu, który jest daleki od wyczerpania, ledwie zaznaczono albo pominięto np. własności elastyczne i sprężyste tego materiału, wytrzymałość na ścinanie i skręcanie, udarność, wytrzymałość na naprężenia zmienne, działanie karbów („Kerbempflindlichkeit‘), na wytrzymałość i in.

Stosowanie drewna „warstwowego“

Użytkowanie wszystkich omawianych materiałów wynika z ich technicznych własności i obejmuje główne dziedziny, jak: lotnictwo (części nośne i śmigła, budowa szybowców), budowa wież i masztów teletechnicznych, hal, mostów (w ważnych częściach węzłowych), środków komunikacji lądowej, okrętów, kutrów, jachtów, łodzi, wyposażenie statków różnych typów, łodzi podwodnych, budowa maszyn tkackich i przędzalniczych, rolniczych, oraz innych. M. in. — łożyska, prowadnice, sprzęgła, walce, rolki przy transporterach, klocki hamulcowe, nakrętki, czółenka, sprężyste części elementów maszyn, tryby, łoża do broni ręcznej, modele, matryce do masowych robót wytłaczanych (na zimno i w temp. do 350^0), posadzki, przybory sportowe, przybory kreślarskie, szablony, różne roboty tokarskie i in. W budowie maszyn, drewno „warstwowe“ zastępuje stal i żelazo tam, gdzie są narażone na korozję, a zastosowanie mas plastycznych nie zapewnia koniecznej wytrzymałości.

W szczególności, materiał zgęszczony A nadaje się do elementów nośnych przy budowie samolotów, do śmigieł, maszyn włókienniczych i in. Materiał B nadaje się jako materiał konstrukcyjny albo okładzinowy przy budowie samolotów, karoserii, wagonów, do wykonywania modeli i tp. Materiał C nadaje się na tryby, koła pasowe, koła do pasków klinowych i w. in.

Zwykłe drewno „warstwowe“ znajduje zastosowanie podobne do sklejek, natomiast drewno „warstwowe“ specjalnie zgęszczone, zbliżone jest własnościami do niewarstwowego drewna utwardzonego — „Lignostonu“, którego nie rozpatrujemy oraz innych, niedrzewnych materiałów. Może być stosowane zamiast metali (stali i metali lekkich) albo mas plastycznych. Jedną z zalet tych ostatnich jest, jak wiadomo, możność wykonywania odlewów wielkich bądź skomplikowanych części, całkowita odporność na wodę, działanie chemikalii i w. in. Ale drewno „warstwowe“ może przewyższać masy plastyczne pod względem wytrzymałości na rozerwanie, gdzie współzawodniczy ze stalą, modułu sprężystości, ciągliwości i dynamicznych własności wytrzymałościowych, będąc również odporne na działanie środków chemicznych.

Ilorazy wytrzymałości przez ciężar objętościowy („liczby jakości“) są tutaj wyższe niż dla wielu mas plastycznych (Kollmann).

Drewno „warstwowe“ posiada zalety, jak np. łatwość obróbki, dzielenia i łączenia. Niema również potrzeby używania, np. przy budowie samolotów, tak grubych bolców jak przy konstrukcjach ze zwykłego sosnowego drewna lotniczego (Brenner, Ylinen). To wchodzi w zakres porównań lotniczego drewna sosnowego i drewna „warstwowego“ jako materi łów lotniczych (czego nie rozwijamy).

Drewno „warstwowe“, jeżeli nie jest nasycone sztuczną żywicą, daje się sklejać z innym drewnem przy pomocy kazeiny, kauritu, bakelitu, lub innego kleju; jeżeli zaś jest przesycone sztuczną żywicą, to warunki sklejania różnych elementów tego materiału mogą być ograniczone.

Materiał ten, również specjalnie zgęszczony daje się piłować, strugać, toczyć, frezować, świdrować, szlifować, nitować, lakierować i polerować.

W ciągu lat ostatnich, dał się zauważyć również w dziedzinie lotnictwa pewien nawrót do konstrukcji drewnianych — w samolotach niewojskowych, szkoleniowych, sportowych (wyczynowych).

Można wymienić np. Niemcy, Finlandię i zapewne — St. Zj. A. P., o których posiadamy jeszcze niewiele danych. Wg. wiadomości z 1942 r., Finlandia używała śmigieł w samolotach wojskowych wyłącznie z „warstwowego“ drewna brzozowego własnej produkcji. Powodem, były zapewne własności jak: jednolitość struktury, trwałość, mała nasiąkliwość wodą, brak skłonności do większych odkształceń i łatwość pozyskania w czasie wojny oraz łatwość obróbki tego materiału.

Te cechy pozwalają na wyrób z drewna „warstwowego“ również śmigieł przestawalnych.

Niektóre nowsze lotnicze konstrukcje włoskie używają drewna „warstwowego“ typu C własnego wyrobu o własnościach podobnych do wyżej przytaczanych.

Należy zaznaczyć, że genezą powstania omawianych materiałów były potrzeby i wymagania lotnictwa — pierwsze badania prowadzono w Wydziale Materiałów Niemieckiego Instytutu Badawczego Lotnictwa, gdzie chodziło o przezwyciężenie głównych wad budowy zwykłego drewna, przez pewne jego przekonstruowanie dla ściśle określonego polepszenia jego własności, co w drewnie „warstwowym“ osiągnięto.

Niepodobna pominąć również wyrobu kół zębatych różnej wielkości z drewna „warstwowego", zwłaszcza jak wymieniliśmy, zgęszczonego, kategorii C (klejonego w sposób „gwiaździsty",).

Tryby wyfrezowane (na frezarce do metali ze znaczną szybkością skrawania) z wymienionego drewna ulepszonego są bardziej cichobieżne niż tryby metalowe i więcej odporne na wilgoć, ciepło, działanie chemikalii lub olejów niż tryby np. z fibry wulkanicznej, wreszcie mogą być bardziej wytrzymałe na uderzenia niż tryby z mas plastycznych.

W porównaniu z tymi ostatnimi, wytrzymałość materiału w typie np. Lignofolu na zginanie dynamiczne jest wyższa o ca 25—30% przy jednocześnie zbliżonej wytrzymałości na rozerwanie i zginanie statyczne (Opitz).

Okazało się celowe nasycanie kół z drewna „warstwowego" w oleju w temp. 70—80° C, co znacznie zmniejszało ich zużycie. Tryby nasycone olejem pracują bez smarowania albo są smarowane tylko okresowo.

Tryby te muszą być tak dokładnie obrobione jak tryby metalowe i przy użyciu takichże narzędzi, a po nasyceniu olejem, pod względem wymiarów — skontrolowane i ostatecznie wyrównane.

Prowadzono badania porównawcze kół zębatych z drewna „warstwowego" i masy plastycznej w zakresie obciążenia i szybkości obrotowej.

Badano ich zużycie przy obciążeniu stałym i zmiennym, uwzględniając różne rodzaje zachodzącego tarcia. Wyniki osiągnięte wypadły dla drewna „warstwowego" utwardzonego korzystnie.

Należy zauważyć, że powstające od tarcia ciepło musi być w tym wypadku, podobnie jak przy kołach z materiałów plastycznych, odprowadzone przez współdziałający tryb metalowy.

IV.

UWAGI KOŃCOWE

Streszczamy, bądź uzupełniamy niniejsze sprawozdanie: Drewno, jako materiał konstrukcyjny przezwycięża niekiedy skutecznie konkurencję metali (zarówno stali, jak metali lekkich) i plastyków.

a) Główne cechy dodatnie drewna jako tworzywa: nieznaczny ciężar przy znacznej wytrzymałości — (korzystne gdy drewno jest narażone na siły zginające), szczególna wytrzymałość na rozrywanie wzdłuż włókien (gdzie drewno współzawodniczy skutecznie tylko ze stalą), bardzo korzystne własności elastyczne i przewodnictwa termicznego, częściowo — dźwiękowego, wielka łatwość obróbki mechanicznej i łączenia przy pomocy klejenia.

Zalety te są tłumione przez wady drewna, jak niejednorodność ogólnej budowy, wynikające: ze struktury włóknistej, z dodatkowej niejednolitości tkanki drzewnej z powodu licznych „błędów" rozrzuconych bezładnie jak sęki, pęknięcia i in. Z tego wynika bardzo nierównomierna wytrzymałość w różnych kierunkach.

Hygroskopijność przyczynia się do powstawania odkształceń drewna, stąd — pęcznienia i skurcze, wywołujące pęknięcia. Powoduje też, pośrednio, różnice wytrzymałości, które zależą od stopnia zmiennej wilgotności drewna.

Nietrwałość wreszcie drewna ogranicza w niektórych warunkach jego stosowanie.

b) Produkcja zwykłych sklejek (dykt), a następnie — drewna „warstwowego" różnych rodzajów: zwykłego, specjalnie zgęszczonego, o warstwach podłużnych, dwukierunkowych bądź ułożonych wielokierunkowo gwiaździsto, wprowadziła wyłączenie albo zredukowanie zasadniczych wad drewna, wzmagając jego cechy dodatnie. Powstał materiał o ściśle określonych, wyrównanych i stałych cechach technicznych. Np. stała zawartość wilgoci przyczynia się do niezmienności jego wytrzymałości (wahającej się w zwykłym drewnie zależnie od odsetka wilgotności).

Drewno „warstwowe" może składać się z cienkich warstw grub. 0,1—3,0 mm klejonych przeważnie jednokierunkowo, niekiedy — wielokierunkowo, klejem ze sztucznej żywicy, wodo — i grzybo — odpornym. Materiał ten, gdy jest prasowany pod wysokim ciśnieniem (ca 200 kg/cm² i więcej) i zazwyczaj nasiąknięty sztuczną żywicą (np. t. zw. Lignofol), posiada jeszcze wyższe własności techniczne.

W drewnie „warstwowym" nastąpiło daleko idące wyrównanie wytrzymałości w różnych kierunkach, zwiększenie wytrzymałości, nawet w poprzek włókien — na rozerwanie, zmniejszenie hygroskopijności i zredukowanie szkodliwych (zwłaszcza w niektórych zastosowaniach np. w konstrukcjach lotniczych) odkształceń z powodu pęcznienia i kurczenia się. Zwiększono również trwałość materiału, co łączy się ze wzmożoną twardością i odpornością na wodę i związki chemiczne.

Drewno tak spreparowane znajduje liczne zastosowania, głównie w lotnictwie, budownictwie okrętowym i in. środków komunikacji oraz w budowie maszyn.

Technika najnowsza, pomimo rozwoju metalurgii, zdaje się doceniać i używać coraz więcej drewno (Np. St. Zj. A. P., gdzie choćby najnowsze budownictwo samolotów z plastyków tworzy konstrukcje mieszane, w których elementy drewniane są ściśle połączone z masą plastyczną).

c) Wśród wielu sposobów ulepszania i uszlachetniania drewna, zatrzymaliśmy się tylko na wyrobie drewna t. zw. „warstwowego", (niem. „Schichtholz, „Lagenholz" i in., ang. — „Improved wood" i in.) bukowego lub brzozowego (w Ameryce wyrabianego również z żółtej topoli i drzewa gumowego).

Tok produkcji jest zbliżony do wyrobu zwykłych sklejek. Drewno przechodzi kolejne stadia obróbcze: naparzanie lub nagrzewanie surowca w wodzie, rozwijanie wstęgi fornierowej, wycinanie odpowiednich arkuszy, ich suszenie (w suszarniach rolkowych lub taśmowych — dla fornierów cienkich). Z tego półfabrykatu składa się odpowiednio bloki drewna „warstwowego" zależnie co do wymiarów i układu od stawianych wymagań i przeznaczenia tych bloków (desek) warstwowych.

Grubość warstw fornierów, ich wzajemne ułożenie, rodzaj kleju i sposób jego nałożenia, stopień nasycenia warstw klejem, warunkują żądane cechy techniczne wyrabianego materiału w więk-

szym stopniu niż rodzaj użytego drewna (np. — buk czy brzoza).

Istotne jest odpowiednie posortowanie fornieru, eliminując sęki, np. czarne i wypadające (z pozostawieniem sęków wrośniętych, skrętów włókien i dekoloryzacji, jeżeli nie jest połączone z osłabieniem tkanki drzewnej). Wg. tych ogólnych wytycznych był np. dobierany materiał na łoża karabinowe w Niemczech. (Klejenie było: przy pomocy błony bakelitowej fornieru bukowego, grub. 1,5 mm w blokach grub. 40 mm, w prasach 4—6 piętrowych w przekładkowych płytach aluminiowych, przy ciśnieniu 22—25 kg/cm², w temp. ca 150° C).

Klejenie odbywa się przeważnie błoną ze sztucznej żywicy (bakelit) co daje lepsze wyniki niż kaurit czy albumina (pomimo wodoodporności tych ostatnich). Klejenie kazeinowe (na gorąco i na zimno), czy inne kleje białkowe, nie nadają się. Przy klejeniu drewna „warstwowego" zgęszczonego, można stosować klej bakelitowy ciekły (przez zanurzanie).

Warunki dla klejenia błoną bakelitową („Tegofilm") w gorącej prasie hydraulicznej.

Wilgotność fornieru: % 6—11. Ciśnienie: kg/cm² — buk 15—25, brzoza 20—25 do 30, olsza, topola 6—12. Ubytek grubości: % 5—12 (przy większym sprasowaniu 20—30% — Ylinen) Temperatura płyt prasy: °C — ca 135—140 niekiedy — do 150° C. Czas prasowania: zasadniczy min. 5—8 plus 1 na każdy mm grubości licząc od powierzchni płyty do środka bloku fornierów. Należy zauważyć, że dla bloków powyżej 20 mm grubości wypadają, wg. wykresu firmy Th. Goldschmidt — Essen (materiał z warstw grub. 1 mm), dłuższe czasy prasowania. Np. przy całkowitej grubości bloku: 30 mm — 30 min., przy grub. 40 mm — 45 min., przy grub. 50 mm — 65 min.

d) Najpospolitsze własności techniczne tych materiałów zostały przedstawione w zakresie zarówno drewna „warstwowego" zwykłego, jak i zgęszczonego (np. Lignofol).

Celem podsumowania tych cech, przytaczamy jeszcze wyciąg z tabeli, dotyczącej własności brzozowego drewna „warstwowego" fińskiego. Łatwo z niej porównać niektóre własności materiału „warstwowego", klejonego błoną bakelitową oraz — materiału nasyconego sztuczną żywicą, z własnościami zwyczajnego drewna brzozowego. Z tablicy tej można także wyciągnąć liczne wnioski o użyteczności i przydatności drewna „warstwowego" (posiadającego cechy na pograniczu drewna, metali lub mas plastycznych).

Wnioski ogólne

Można zapytać, czy wskazane jest przystępować do produkcji tych dosyć specjalnych, ulepszonych materiałów drzewnych, w obecnym zwłaszcza stanie powojennego wyniszczenia krajowego przemysłu drzewnego, a zwłaszcza — sklejkowego.

Wyrób drewna „warstwowego" powstał niedługo przed ostatnią wojną, głównie w Niemczech: rozwinął się również w St. Zj. A. P. i w paru innych krajach europejskich (np. — Finlandia, Anglia).

Można mieć wątpliwości co do słuszności niektórych pomysłów produkcyjnych w niemieckim przeinwestowanym przemyśle i co do celowości ich naśladowania. Należałoby zachować tutaj krytycyzm, wiedząc, że w ogólności znaleźć można i pomysły techniczne chybione. Jednak, drewno „warstwowe" nie pozostało jedynie pomysłem. Do jego produkcji przystąpiły przy tym nie tylko kraje, którym brakuje surowców, ale również — kraje najbardziej w nie zasobne (jak St. Zj. A. P.) i o bardzo rozwiniętym przemyśle metalowym oraz mas plastycznych. To oznaczałoby, że drewno uszlachetnione, w tym wypadku — „warstwowe", wypełnia pewne luki, zaspakaja jakieś potrzeby materiałowe, pomimo silnego rozwoju innych gałęzi produkcji. Widocznie, własności drewna „warstwowego" i jego użyteczność konkurują w niektórych swoich cechach skutecznie z innymi tworzywami.

Polski przemysł sklejkowy został w czasie wojny szczególnie zniszczony i dosięga obecnie tylko ca 10% przedwojennej zdolności produkcyjnej, głównie z powodu małej ilości posiadanych, ocalałych fabryk i okupacyjnego wyniszczenia maszyn. Od-

Tab. 9. R, P — oznacza kierunek włókien, równoległy lub prostopadły

	Kierunek włókien	Drewno „warstwowe" brzozowe: klejone błoną bakelitową	Drewno „warstwowe" brzozowe: nasycone płynnym bakelitem	Zwykłe drewno brzozowe
Cięż. objęt. g/cm³		0,90	1,30	0,63
Wytrz. na ścisk. kg/cm²	R	1250	1250	650
	P	600	800	85
Wytrz. na rozerw. kg/cm²	R	1300	1900	1360
Wytrz. na zgin. stat. kg/cm²		2100	2560	1300
Wytrz. na ścin. kg/cm²	R	170	290	120
Moduł sprężyst. kg/cm²		180,000	240,000	140,000
Chłonność wody w 24h %		8	2	33

budowa i rozbudowa tego przemysłu idzie po słusznej linii przede wszystkim zwiększenia produkcji.

Ale konieczne jest także możliwie szybkie uszlachetnienie produkcji. Należałoby zainteresować się wytwarzaniem i użytkowaniem również omawianych materiałów.

Wyposażenie, po pewnym czasie, w odpowiednie do tej produkcji urządzenia i obrabiarki, jest możliwe. Co do surowców, wchodzi w rachubę, praktycznie — drewno bukowe, brzozowe, olszowe, teoretycznie — również klonowe, może sosnowe.

Drewna bukowego mamy więcej niż brzozy lub olszy. Łatwiej również o pozyskanie surowca bukowego w odpowiedniej jakości, niż brzozy lub olszy.

Klej ze sztucznej żywicy bakelit również pochodzi z surowców krajowych, jako produkt kondensacji fenolu (krezolu) z formaldehydem. Pierwszy, otrzymuje się z węgla, drugi poprzez alkohol metylowy — z drewna.

Zatem, wszystkie surowce są, albo mogą być, pochodzenia krajowego w dostatecznej ilości.

Drewno bukowe nie było należycie u nas wykorzystywane pod względem użytkowym, na co wpływały niektóre jego cechy fizyczne (hygroskopijność, odkształcanie się, pękanie). Przeróbka tego surowca na materiał ulepszony, warstwowy zwiększa użyteczność drewna bukowego i rozszerza skalę jego usług, a także pozwala należycie wykorzystać tracony dotychczas dla celów tylko opałowych znaczny odsetek tego materiału. To ostatnie, wobec pogłębiającego się braku drewna, ma znaczenie.

Staraliśmy się wyświetlić temat od strony produkcji i cech tego materiału.

Byłoby wskazane, aby strony zainteresowane i kompetentne w użytkowaniu drewna „warstwowego", w tych kwestjach się wypowiedziały.

Dążeniem naszym musi zawsze być pilne zwiększenie krajowego potencjału przemysłowego wszędzie, gdzie to celowe i możliwe.

KRONIKA TECHNICZNA

UCHWAŁY ZJAZDU

Kierowników Laboratoriów Budowlanych

A) I-szy Ogólnopolski Zjazd Kierowników Laboratoriów Budowlanych w Warszawie w wyniku 2-dniowych obrad w dniu 9 i 10 XI. 1947 uznał za konieczne:

1. Koordynowanie i wspomaganie prac naukowo-badawczych wszystkich laboratoriów przez Rady Naukowo-Techniczne Instytutu Badawczego Budownictwa, jako instytucji jednoczącej w swem gronie przedstawicieli wszystkich wyższych uczelni technicznych w Kraju, zainteresowanych problemami budownictwa.

2. Zwoływanie co pewien czas zebrań sekcyjnych laboratoriów, zajmujących się poszczególnymi dziedzinami zagadnień, celem ustalenia wspólnych programów i podziału pracy. Jest pożądane, by te zebrania odbywały się za każdym razem w innym ośrodku celem lepszego wzajemnego poznania się i zbliżenia. O zebraniach, programie obrad i poruszanych zagadnieniach byłyby zawiadamiane wszystkie laboratoria dla umożliwienia przysłania delegatów.

3. Nawiązanie kontaktu i ścisłej współpracy I. B. B. z Zakładem Użytkowania i Mechanicznej Przeróbki Drewna, z Instytutem Leśnictwa, z Zakładem Górnictwa II i Instytutem Przemysłu Chemicznego w zakresie metod i środków impregnacji drewna.

Nawiązanie współpracy I. B. B. z Politechniką Śląską i in. laboratoriami w zakresie oszczędnościow. konstrukcyj drewnianych celem jaknajszybszego opracowania odpowiednich wytycznych w myśl dezyderatów C. U. P-u.

5. Sporządzenie szczegółowej inwentaryzacji wszystkich laboratoriów i wzajemne jej udostępnienie celem umożliwienia ewentualnej wymiany przyrządów i maszyn.

6. Ujednostajnienie metod badań nie ujętych w normach celem uzyskiwania jednoznacznych wyników.

7. Przeprowadzenie sprawdzenia i porównania przyrządów stosowanych do badań znormalizowanych.

Ujednostajnienie cenników typowych badań i ustalenie typowych wzorów świadectw badawczych.

9. Skoordynowanie wysiłków w sprawie uzyskiwania kredytów na wyposażenie laboratoriów i odpowiednie wynagradzanie pracowników.

10. Ogłaszanie w Biuletynie I. B. B. danych o źródłach zakupu aparatów, literatury i czasopism oraz zorganizowanie wspólnych starań o przydział dewiz na zakup tych przedmiotów.

11. Ogłoszenie w Biuletynie I. B. B. inwentarzy bibliotek poszczególnych Zakładów.

12. Zorganizowanie szkolenia pracowników naukowych w zakresie zagadnień specjalnych na terenie Zakładów, które temi Zagadnieniami zajmują się szczegółowo.

13. Opracowanie norm izolacji i absorbcji akustycznej materiałów, zwłaszcza płyt budowlanych. Normy te powinny być obowiązujące dla materiałów stosowanych w salach teatralnych, kinowych i tp., celem umożliwienia projektowania tych sal w sposób ścisły.

14. Zapoczątkowanie w Zakładzie Elektrotechniki Stosowanej i Akustyki w Gdańsku badań nad akustycznością i izolacyjnością płyt pilśniowych produkowanych z odpadków drzewnych.

15. Nawiązanie ścisłego kontaktu ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich celem wspólnego opracowania zagadnień interesujących obie gałęzie techniki jak np. normy oświetleniowe, izolacja termiczna przewodów elektrycznych w budynkach, korozja rurek przewodowych pod wyprawą, impregnacja drewna i td.

16. Uzyskanie dalszej pomocy finansowej dla prac badawczych z zakresu akustyki budowlanej.

17. Znowelizowanie normy PH/B—240 w zakresie wydajności wapna.

18. Opracowanie normy na właściwości pap w sensie ich trwałości.

19. Opracowanie wytycznych do badania smołowych mas zalewowych.

20. Komunikowanie Państwowemu Instytutowi Geologicznemu jako centralnej instytucji gromadzącej, zgodnie z duchem ustawy o uprawnieniach P. I. G., wszel-

kie dane odnośnie złóż surowców, gruntów i właściwości skał na całym terenie kraju.

21. Komunikowanie P. I. G. wszelkich badań laboratoryjnych dla poznania właściwości i przydatności wymienionych w p. 20 surowców i gruntów.

22. Zgłaszanie i uzgadnianie z P. I. G. wszelkich projektów badań terenowych.

B) I-szy Ogólnopolski Zjazd Kierowników Laboratoriów Budowlanych uznaje miesięcznik p. t. „Biuletyn Instytutu Badawczego Budownictwa" za oficjalny organ wszystkich laboratoriów budowlanych.

1. W związku z tym Zjazd wzywa kierownictwa poszczególnych Instytutów i laboratoriów budowlanych do stałego przesyłania do Redakcji Biuletynu materiałów i przyczynków naukowych, sprawozdań i notatek informacyjnych o bieżących pracach prowadzonych przez te laboratoria.

3. Zjazd apeluje również do innych Instytutów Badawczych i laboratoriów wykonujących prace z dziedziny budownictwa o współpracę z Redakcją Biuletynu I. B. B.

3) Zjazd wyraża życzenie, aby dezyderaty uchwalone przez Zjazd były opublikowane w Biuletynie, a niezależnie od tego zostały powielone i rozesłane wszystkim laboratorium.

C) I-szy Ogólnopolski Zjazd Kierowników Laboratoriów Budowlanych wypowiada się za utworzeniem przy Organizacji Narodów Zjednoczonych Laboratorium Badań Naukowych. W związku z potrzebami powojennej odbudowy Europy laboratorium powyższe winno zająć się zagadnieniami inżynierskimi i budownictwa, mając na uwadze ujednostajnienie badań w skali międzynarodowej i umożliwienie wykorzystania przez wszystkie narody dotychczasowych doświadczeń i osiągnięć.

D) W związku z uchwałami Zjazdu dotyczącymi koordynowania i wspomagania prac poszczególnych laboratoriów Instytut Badawczy Budownictwa zwraca się do zebranych z następującym apelem:

1. Biorąc pod uwagę możliwość sfinansowania w latach 48 i 49 i uruchomienia pilnych badań z zakresu potrzeb budownictwa, I. B. B. prosi zainteresowane Laboratoria o nadesłanie w ciągu 2 tygodni, niezależnie od złożonych ogólnych programów prac i potrzebnych inwestycyj, szczegółowych danych wg. następujących punktów:

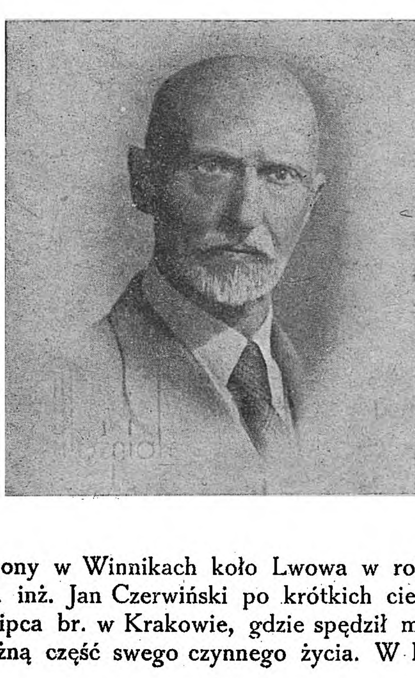
a) zamierzone konkretne tematy najpilniejszych prac i ich program,
b) szczegółowe zapotrzebowanie na sprzęt zagraniczny wg. zebranych ofert (wraz z odpisami ofert),
c) zapotrzebowanie na sprzęt krajowy wg. ofert,
d) szczegółowy kosztorys opracowania poszczególnych tematów.

2. I. B. B. prosi o nadesłanie w ciągu 2 tygodni przez Laboratoria posiadające w stanie czynnym lub w stadium uruchomiania wymienione niżej urządzenia, bliższych o nich danych:

a) rodzaj maszyny do cięcia próbek kamiennych, rodzaj i wielkość samych tarcz i ich zapas,
b) rodzaj maszyny do badania ścieralności kamieni, rodzaj i zapas proszku ciernego,
c) rodzaj chłodzarki (temperatura i pojemność),
d) rodzaj aparatu do przesiąkliwości betonów (wymiary próbek, ciśnienie),
e) stan aparatów: do udarności — Föppla, Page, do ścieralności — Ratler, dmuchawa piaskowa,
f) uzasadnione zapotrzebowanie na sita amerykańskie.

WSPOMNIENIE POŚMIERTNE

Sp. Inż. JAN CZERWIŃSKI



Urodzony w Winnikach koło Lwowa w roku 1865, zmarł śp. inż. Jan Czerwiński po krótkich cierpieniach dn. 28 lipca br. w Krakowie, gdzie spędził młode lata i przeważną część swego czynnego życia. W Krakowie ukończył Szkołę Realną z odznaczeniem w r. 1884, a studia politechniczne w Wiedniu na Wydziale Inżynierii zdając oba egzaminy państwowe również z odznaczeniem. Przez następne dwa lata pełnił obowiązki asystenta na Politechnice lwowskiej, poczym poświęcił się projektowaniu i trasowaniu nowych linji kolejowych w Małopolsce oraz pracom przy projektowaniu żeglugi Dunaj—Odra, w francuskim przedsiębiorstwie wielkich robót publicznych „Halliez-Latellier-Ditz-Mounin".

Kiedy polskie zagadnienia gospodarcze na terenie austriackiego Ministerstwa Handlu wymagały w dziale budowy sztucznych dróg wodnych specjalisty i człowieka o wielkiej prawości i cywilnej odwadze, do którego nie miały dostępu żadne niemieckie gmatwaniny polityczne, polskie ugrupowania gospodarcze uznały inż. Czerwińskiego jako jedynego przedstawiciela polskich interesów w dziale komunikacji wodnej i spowodowały w r. 1898 jego przyjęcie do służby w nowo utworzonej Sekcji Dróg Wodnych austriackiego Ministerstwa Handlu, gdzie w krótkim czasie poruczono mu kierownictwo prac przy studiach nad projektem Kanału Odra—Wisła—Dniestr, wywalczonym w parlamencie wiedeńskim przez Koło Polskie.

W r. 1905 zostaje Naczelnikiem utworzonej w Krakowie Ekspozytury wiedeńskiej Dyrekcji Budowy Dróg Wodnych, która pod jego kierunkiem rozpoczyna wy-

datną pracę nad zagadnieniem dróg wodnych w Małopolsce, regulacją Wisły w obrębie Krakowa, zabezpieczeniem miasta przed powodzią i budową bulwarów.

W r. 1911 następuje uroczyste poświęcenie pierwszych robót nad kopaniem Kanału Zator—Kraków, jako części projektowanej drogi wodnej Odra—Wisła. Rok 1918 zastaje śp. Inż. Czerwińskiego w randze starszego radcy budownictwa z tytułem i charakterem Radcy Dworu, ozdobionego Krzyżem Oficerskim Franciszka Józefa i Orderem Żelaznej Korony i kiedy Polska wyzwolona przejmowała w posiadanie swe ziemie śp. inż. Czerwiński pospieszył w grudniu do Warszawy, aby oddać Rządowi Polskiemu cały dorobek swej Ekspozytury. Przejazdy w nieogrzewanych wagonach, obrady w nieopalanych salach wywołały ropne zapalenie stawu i amputację nogi. Zamiłowany taternik i narciarz mógł odtąd tylko cieszyć się sukcesami turystycznymi innych i z serdeczną życzliwością śledzić postępy taternictwa i narciarstwa wśród młodego pokolenia.

Uznaniem Polskiego Rządu dla jego dotychczasowej działalności było mianowanie Go w r. 1919 Prezesem Generalnej Dyrekcji Sztucznych Dróg Wodnych z pozostawieniem w Krakowie, gdzie w październiku 1933 r. przeszedł w stan spoczynku.

O uznaniu jego zasług w czynnej polskiej służbie publicznej świadczą odznaczenia polskie i obce. Posiadał Krzyż Komandorski Orderu Polski Odrodzonej i złoty Krzyż Zasługi, z obcych Komandorię z gwiazdą czechosłowackiego Orderu Lwa i Komandorię z gwiazdą Korony rumuńskiej.

Przed przejściem na emeryturę został jeszcze w r. 1933 powołany na wykładowcę Hydrauliki w Akademii Górniczej w Krakowie. Powaga jego wiedzy, wymaganie od słuchaczy rzetelnej pracy i stosunek serdecznej życzliwości wobec młodzieży, jednały mu jej serce, czego wyrazem była nazwa „Dziadek" wymawiana z czcią i oddaniem.

Upragniony koniec wojny przyniósł jednak z sobą tragiczną wiadomość o śmierci młodszego syna Andrzeja, który zginął śmiercią lotnika zdala od Ojczyzny. Cios ten przyspieszył niechybnie zgon śp. Inż. Czerwińskiego.

W Zmarłym traci Kraków jedną z czołowych postaci starszej generacji, która za czasów okupacji austriackiej uporczywą walką i znojnym trudem zdobywała podstawy gospodarcze dla pomijanej i krzywdzonej przez zaborcę Małopolski; traci społeczeństwo twórczą jednostkę, która głęboką wiedzą i energiczną inicjatywą broniła polskiego stanu posiadania w czasie pierwszej wojny światowej, a w chwili odrodzenia oddała Państwu uporządkowany i ocalony przed dezorganizacją i destrukcyjnym działaniem wojny aparat rozpoczętej budowy Kanału Odra—Wisła i złączonej z tą drogą wodną regulacji Wisły w obrębie Krakowa.

Traci w Nim Towarzystwo Tatrzańskie swego długoletniego Prezesa, który położył niepospolite zasługi około scalenia rozprószonych Oddziałów Towarzystwa i skierowanie jego pracy w jeden nurt.

Krakowskie Towarzystwo Techniczne, obchodząc w tym roku 70-letni jubileusz swego istnienia, tem więcej odczuwa stratę jednego ze swych najstarszych (od r. 1903) i najczynniejszych a tym samym i najbardziej zasłużonych członków. Swą światłą radą pomagał On KTT w jego pracach nie tylko w dziale swej specjalności — ale i w wielu innych poruszanych na jego zebraniach zagadnieniach (ustawa o tytule inżyniera i o uprawnieniach inżynierów — sprawa tramwaju krakowskiego i wiele, wiele innych), przyczyniając się do podniesienia znaczenia Tow. nie tylko na terenie Krakowa ale i całego Państwa. Śp. Inż. Jan Czerwiński pozostanie też zapisany w Kronikach Towarzystwa złotymi głoskami.

Cześć Jego pamięci!

KSIĄŻKI NADESŁANE

Inż. C. Centkiewicz, „Instalacje piorunochronne w budownictwie wiejskim", stron 22, z 22 rysunkami w tekście, wydawnictwo Pow. Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych, Warszawa 1947.

Broszurka powyższa mająca podtytuł „Instrukcja budowy instalacji piorunochronnych", wydaje się być raczej broszurą uświadamiającą ludność wiejską o potrzebie i korzyściach urządzeń piorunochronowych, gdyż na instrukcję, zwłaszcza dla osób niefachowych jest zbyt ogólnikową. Niemniej jednak posiada ona pewną wartość propagandową i odpowiednio rozprowadzona może się przyczynić do zmniejszenia strat od piorunów. Żałować należy, że autor nie trzyma się przy podawaniu wymiarów, norm ustalonych przez Polski Komitet Elektrotechniczny we „Wskazówkach co do ochrony budowli od elektrycznych wyładowań atmosferycznych" PNE 22/1931 i podaje wymiary, zwłaszcza przewodów, nieco mniejsze. Także słownictwo używane przez autora, odbiega od słownictwa ustalonego w Polskich Normach Elektrotechnicznych, czego przykładem jest używanie słów „piorunochronne" zamiast piorunochronowe, „przewód główny" zamiast przewód dachowy, „odprowadzenie" zamiast przewód ścienny i t. p. Słowa „borujemy zwykłym borem" (str. 5 ostatnie 2 wiersze) są godnym wytępienia germanizmem, zachwaszczającym nasz język. Bardzo dobrze i zwięźle ujęte są wskazówki o zachowywaniu się podczas burzy i o ratowaniu porażonych; należałoby dodać jedynie kilka słów o potrzebie zawezwania lekarza, któryby zastosował zastrzyki, zalecane w punkcie d) na str. 22. Korekta niezbyt staranna, rysunki dobre.

Inżynier Wiesław Styś.

Wydawca: Krakowskie Towarzystwo Techniczne — Kraków, Straszewskiego 28. — Redakcja: Komisja Wydawnicza.
Adres Redakcji i Administracji: Kraków, Straszewskiego 28. — Red. odp.: Inż. Br. Kopyciński, tel. 538-82.
Prenumeratę przyjmują: Krakowskie Tow. Techniczne Kraków, Straszewskiego 28 Konto PKO Nr IV-1140
i Księgarnia S.t. Kamiński Kraków — Podwale 6 Konto PKO Nr IV-638.
Cena numeru podwójnego Zł 60. Prenumerata kwartalna Zł 80.

Druk Instytutu Rzem. Przemysł Kraków, ul. Smoleńsk 9.